

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAÏD – TLEMCEM

N° d'ordre : / DSTU/2020



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

LABORATOIRE DE RECHERCHES N°25 : PROMOTION DES  
RESSOURCES HYDRIQUES, PEDOLGIQUES ET MINIERES :  
LEGISLATION ET CHOIX TECHNOLOGIQUES

**Mémoire de fin d'études**

**Présenté pour l'obtention du diplôme  
De Master Académique**

**Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers**

**Filière : Géologie**

**Option : Géologie des bassins sédimentaire**

**Thème**

**Le magmatisme miocène du Nord de l'Algérie, géochimie et perspectives minières.**

Par

**MENNAD NADIYA et NMICHE SARRA**

Soutenu le 03/11/2020 devant le jury composé de :

M. ADACI Mohammed	M.C.A	Univ. Tlemcen	Président
M. BELMOUHOUAB Abdelkader	M.AA	Univ. Tlemcen	Encadreur
Mme ZAOUI Djamila	M.C.B	Univ. Tlemcen	Examineur

Année universitaire 2019/2020

## المخلص:

يتميز الساحل الجزائري بوجود العديد من الترسبات والمباني المعدنية المرتبطة بالمبوسين الصحاري. كانت هذه التمدعات موضوع العديد من الدراسات الجيولوجية والجيولوجية مكن هذا العمل من اكتشاف الرواسب (واد الكبير; العوانة; واد ميزور; مسيردا; تافنة; تيفروين....) المنهجية المحددة والمطبقة في اطار هذا العمل تتكون من المعالجة الإحصائية للبيانات التحليلية تتعلق هذه الدراسة بتوزيع 10 عناصر رئيسية:

( $\text{SiO}_2$  ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ;  $\text{MgO}$  ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ;  $\text{K}_2\text{O}$  ;  $\text{Na}_2\text{O}$  ;  $\text{P}_2\text{O}_5$  ;  $\text{CaO}$  ;  $\text{TiO}_2$  ;  $\text{MnO}$ ) تم تحليلها على دفعة من 617 عينة صخرية موزعة على 12 كتل بركانية من اجل معرفة أي من هذه الاكاسيد تساهم في التمييز بين هذه الكتل الصخرية.

يهدف هذا العمل الى ان يكون قادرا على تحديد أفضل ما يمكن طبيعة التمدعات المعدنية المرتبط بالبراكين في الكتل الست البركانية المعنية دراسة مقارنة مع تمدعات جيئية بركانية اصلية تم اجرائها من التحليل التمييزي.

**الكلمات المفتاحية:** الساحل الجزائري، الترسبات المعدنية، المعدنيات، المعالجة الإحصائية، الاكاسيد، دراسة مقارنة، التحليل التمييزي.

## Résumé

Le littoral algérien est caractérisé par la présence de plusieurs gisements et édifices métallifères liés au magmatisme miocène. Ces minéralisations ont fait l'objet de plusieurs études géologique et géochimique ; ces travaux ont permis de découvrir des gisements (Oued El Kébir ; El Aouana ; Oued Amizour ; Tifaraouine ; M'Sirda...).

La méthodologie définie et appliquée dans le cadre de ce travail consiste en traitement statistique des données analytiques.

Cette étude porte sur la répartition de 10 éléments majeurs ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  ;  $\text{CaO}$  ;  $\text{Na}_2\text{O}$  ;  $\text{K}_2\text{O}$  ;  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  et  $\text{MnO}$ ) analysés sur un lot de 617 échantillons en roches répartis sur 12 massifs volcaniques afin de voir lequel ou lesquels de ces oxydes contribuent à la discrimination entre ces massifs.

Ce travail se veut comme objectif de pouvoir préciser le mieux possible, la nature de la minéralisation métallifère associée aux volcanites des six massifs volcaniques en question, une étude comparative avec des minéralisations métallifères volcanogènes authentiques est effectuée à partir de l'analyse discriminante.

**Mots clés :** Magmatisme miocène ; Nord de l'Algérie ; Gisements métallifères ; Minéralisation ; Traitement statistique ; Éléments chimiques ; Analyse discriminante ; Analyse multi variables ; Analyse factorielle ; Analyse en composant principale.

## **Abstract**

The Algerian coast is characterized by the presence of several deposits and metalliferous buildings linked to Miocene magmatism. These mineralizations are the subject of several geological and petrological studies; this work enabled the discovery of deposits (Oued El Kebir; El Ouana; Oued amizour; Tifaraouine; M'Sirda ...).

The methodology defined and applied for this work consists of statistical processing of analytical data.

This study focuses on the distribution of 10 major elements ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ;  $\text{CaO}$ ;  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ;  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  and  $\text{MnO}$ ) analyzed on a batch of 617 rock samples spread over 12 volcanic massifs in order to see which one or which of these oxides contribute to the discrimination between these massifs.

This work aims to be able to specify as best as possible the nature of the metalliferous mineralization associated with the volcanics of the six volcanic massifs in question, a comparative study with authentic volcanogenous metalliferous mineralizations is carried out from the discriminant analysis.



## Dédicaces

**C'est avec toutes mes affections je dédie se modeste travail :**

***A Ma très chère mère qui m'a apporté  
sans cesse amour,***

***Soutien et encouragement ; et  
qu'elle trouve ici l'expression de  
mes vives reconnaissances.***

***A celui qui m'a donné vie et qui m'as  
apporté sans cesse son amour, mon père***

***Mon cher frère Rachid et sa chère épouse  
Amina et leur angle Assil.***

***Ma chère sœur Hanane et son cher mari  
Abdelkader et leurs enfants Islam et Oussama***

***A toute la famille Nmiche et Ghenimi petits et grands.et mes  
cousins et cousines.***

***Ma chère sœur binôme Mennad Nadia***

***Mes chères amis proches Youcef ; Imene***

***Et enfin à tous mes collègues de promotion Master02 Géologie 2019-2020***

***Nmiche Sarra***





## Dédicaces

**C'est avec toutes mes affections je dédie se modeste travail :**

***A Ma très chère mère qui m'a apporté  
sans cesse amour,***

***Soutien et encouragement ; et  
qu'elle trouve ici l'expression de  
mes vives reconnaissances.***

***A celui qui m'a donné vie et qui m'as  
apporté sans cesse son amour, mon père***

***Mes chères sœurs Zahra et Siham***

***Mes chères frères Mohamed et Abdelhak***

***A toute la famille Mennad et Djerdi petits et grands.et mes  
cousins et cousines.***

***Ma chère sœur binôme Nmiche Sarra***

***Mes chères amis proches Abdewahab ; Chahinaz ; sarra***

***Et enfin à tous mes collègues de promotion Master02 Géologie 2019-2020***

***Mennad Nadiya***



## Remerciements

Nous tenons à remercier **ALLAH** le tout puissant de nous avoir attribué ses bienfaits, de nous avoir donné la chance de finir nos études, d'avoir veillé sur nous, dès le début de notre formation jusqu'à maintenant ! C'est grâce à lui que nous y sommes arrivés. Puis le grand mérite revient à nos très chers professeurs qui ont supervisé notre formations ceux que nous avons connu dans la vie et ceux qui se présentent devant nous, nous les remercions du fond de cœur de nous avoir transmis leur savoir-faire et de leurs connaissances qui ont illuminé notre cerveaux, nous les remercions pour le soutien qu'ils nous ont portés et de ne pas nous abandonné. D'ici là nous pouvons constater une lueur d'espoir vers un futur proche très brillant.

Cette mémoire c'est le fruit de patience de volonté et de sacrifices. Il n'aura pu être réalisé sans l'intervention de nombreuses personnes sont encouragements qui m'ont entourée tout au long de cette fascinante aventure scientifique à qui nous tiens à exprimer nous reconnaissance

Nous sincères remerciements seront donnés à notre encadreur Monsieur :

**BELMOUHOUAB Abdelkader.** De nous avoir proposé ce thème et d'avoir accepté de nous encadrer et de nous avoir prêté main forte à chaque fois qu'on a eu besoin de toi.

Comme nous remercions les honorables membres de jury qui sont :

Un grand merci à **Monsieur Mohamed Adaci.** Maitre de conférences à l'université de Tlemcen département des sciences de la terre et de l'univers. De nous avoir consacré un peu de votre temps précieux et d'avoir partagé votre riche savoir pendant les Sinc années. Vos remarques très pertinentes n'ont Beaucoup aidée à l'amélioration de ce travail. Merci de nous acceptons de présider le jury.

Nous sincères remerciements à Madame **Zaoui** Maitre de conférence à l'université de Tlemcen département des sciences de la terre et de l'univers pour avoir accepté de lire et de juger ce mémoire.

# Table des matières

المخلص.....	1
Résumé .....	2
Abstract .....	3
Dédicaces.....	4
Remerciements .....	6
Table des matières .....	7
<b>PREMIER CHAPITRE : GÉNÉRALITES .....</b>	<b>9</b>
1. Introduction .....	10
2. Problématique.....	10
3. Méthodologie.....	11
4. Aperçu géographique et géologique des régions d'étude .....	11
4.1. La région de M'Sirda .....	12
4.2. La région de la Tafna .....	11
4.3. La région de Tifaraouine .....	11
4.4. La région de cherchell(Algérois).....	11
4.5. La région d'El Aouana.....	11
4.6. La région d'Oued Amizour .....	11
<b>DEUXIEME CHAPITRE : ANALYSE DISCRIMINANTE.....</b>	<b>14</b>
1. Définition.....	15
2. But de l'étude .....	15
3. Traitement statistique des données analytiques .....	15
3.1 Analyse discriminante.....	16
3.2 Synthèse de l'analyse discriminante .....	19
3.3 Analyse canonique.....	20
<b>TROISIÈME CHAPITRE : ANALYSE MULTI VARIABLE .....</b>	<b>30</b>
<b>1. Analyse multi-élémentaire</b>	
<b>1.1. Gisements corrélés dans le diagramme SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O, El Aouana, O.Amizour, l'Algérois et Kuroko).</b> .....	<b>31</b>
1.1.1. Analyse factorielle .....	31
1.1.2. Analyse en composantes principales (ACP).....	32
<b>2. Gisements corrélés dans les diagrammes AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> et CaO-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.....</b>	<b>34</b>
2.1 Analyse factorielle : .....	34
2.2 Analyse en composant principale.....	35



<b>3. Gisements corrélés dans le diagramme CaO-SiO<sub>2</sub></b> .....	37
<b>3.1 Analyse factorielle</b> .....	37
<b>3.2 Analyse en composant principale</b> .....	38
<b>4. Gisements corrélés dans le diagramme K<sub>2</sub>O-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et K<sub>2</sub>O-CaO</b> .....	40
<b>4.1 Analyse factorielle</b> .....	40
<b>4.2 Analyse en composant principale</b> .....	41
<b>Conclusion générale</b> .....	43
<b>Références Bibliographique</b> .....	44
<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b> .....	46
<b>LA LISTE DES TABLEAUX</b> .....	47
<b>LA LISTE DES FIGURES :</b> .....	48

# **PREMIER CHAPITRE : GÉNÉRALITES**

## 1. Introduction

Le Nord de l'Algérie comprend de nombreux édifices magmatiques répartis le long de la cote. Ces édifices sont mis en place au sein de substratums de diverses natures (sédimentaire et métamorphique) et de différents âges (Paléozoïque, Plio-Quaternaire). Ces massifs montrent la présence de séries différenciées, par endroits altérées, constituées de coulées, de produits pyroclastiques ainsi que des corps sub-volcaniques montrant par endroits, des racines plutoniques ((Benali & al 2003 ; Louni & al 1995 ; Louni 2002 ; Ait Hamou, F. 1987 ; Aissa, D.E. 1996).

Au total, d'Ouest en Est, le long de la cote, six massifs volcaniques sont répartis sur trois portions le long de la chaîne volcano-plutonique de la méditerranée. La portion occidentale (oranaise) renferme les massifs volcaniques des M'sirda et de Tifaraouine, la portion centrale (algéroise) ceux de Ténès-Cherchell et de Zemmouri-Ténia et enfin la portion orientale (nord constantinoise), les massifs volcaniques d'Oued Amizour et celui d'El Aouana.

Les vulcanites de ces massifs sont d'âge Miocène et elles présentent un chimisme calco-alcalin (Ait Hamou, F. 1987 ; Megartsi, M. 1985). Elles sont souvent altérées et elles encaissent diverses minéralisations métallifères. Celles-ci montrent diverses morphologies et elles sont associées à divers types de gangue.

Les travaux de Recherche minière entrepris par l'Office National de Recherche Géologique et minière (ORGM) durant le siècle passé sur ces six massifs ont mis en évidence diverses minéralisations. Ainsi, au vu de préciser la nature de ces minéralisations métallifères, une approche statistique est envisagée dans le cadre de cette étude.

## 2. Problématique

Le Nord de l'Algérie se caractérise par la présence de diverses minéralisations sulfurées polymétalliques associées aux formations magmatiques, mises au jour par l'ORGM. Celles-ci montrent diverses natures et morphologies.

L'encaissant de ces minéralisations est représenté par des formations magmatiques altérées miocènes dans les portions occidentale (M'sirda-Tifaraouine) et orientale (Oued Amizour-Oued .El Kébir) alors que dans la portion centrale ces minéralisations sont encaissées dans les nappes du Crétacé affectées par le magmatisme miocène. Ces minéralisations polymétalliques ont fait l'objet de plusieurs études géologiques et gîtologiques.

Pour pouvoir préciser, le mieux possible, la nature de ces minéralisations métallifères (métaux de base et accompagnateurs) associées aux vulcanites des massifs en question, une étude comparative avec des minéralisations métallifères volcano-gènes authentiques, établies au niveau mondial, est effectuée. Pour des raisons de comparaison et de fiabilité on utilise l'analyse discriminante.

Parmi les caractéristiques envisagées permettant cette discrimination entre ces minéralisations par massif et par conséquent les tendances (proximités entre les échantillons, Appartenant au bvf même massif ou non) qu'elles présentent, la discrimination géochimique est utilisée.

### 3. Méthodologie

La méthodologie définie et appliquée dans le cadre de ce travail consiste en un traitement statistique, par analyse discriminante et par analyse multi variable des données analytiques. Au total, 10 éléments majeurs (Oxydes : SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et MnO analysés sur un lot de 617 échantillons en roches répartis sur 12 massifs volcaniques ( M'Sirda ; Tafna ; Tiffaraouine ; Algerois ; El Aouana ; Oued Amizour Abitibi ; Kuroko ; Point chaud ; Zone de subduction ; Dorsale médioocéanique ; Faille transformante.) ont été utilisés.

### 4. Aperçu géographique et géologique des régions d'étude

La chaîne alpine de l'Afrique du Nord « Maghrébides » fait partie de l'orogène alpin périméditerranéen (Durand-Delga ; 1969). En Algérie, cette chaîne montre du Nord au Sud une zone interne : zone des nappes, et une zone externe, L'histoire géologique de cette chaîne est marquée, au Miocène ; par d'importantes activités tectoniques et magmatiques.

Ainsi ; de nombreux édifices magmatiques (plutoniques et volcaniques) post-tectonique mis en place alignés le long de cette chaîne ; encadrés par des terrains de nature et de différents âges. Ceux-ci définissent d'Ouest à l'Est un secteur occidental (oranais) renfermant les volcans des M'sirda, ceux de la Tafna et l'ensemble volcanique du Sahel d'Oran, un secteur central (Algérois) ou les formations volcaniques de Ténès et de Cherchelle, le Nord constantinois avec les massifs de Oued Amizour et celui le plus oriental de Oued el Kébir. (fig01).

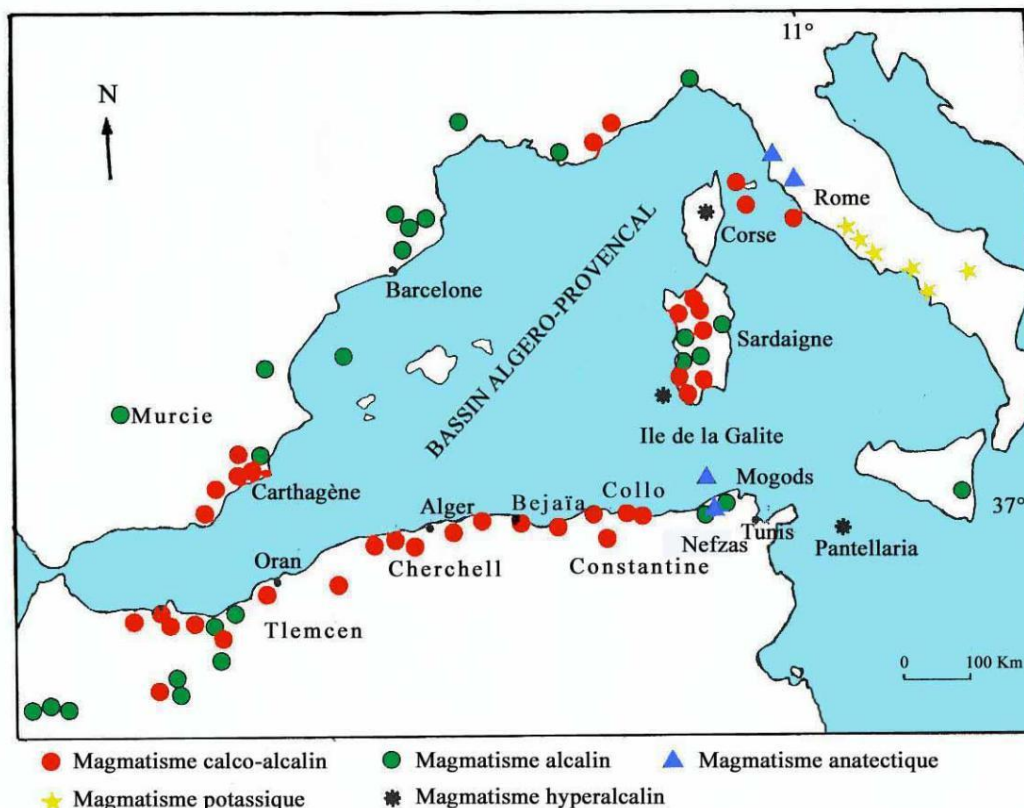


Fig. N° 01 : La ceinture volcano-métallogénique du Nord algérien (Megartsi, M. 1985)

#### **4.1. La région de M'Sirda**

Le massif de M'sirda se localise à l'extrémité NW du pays. Il se caractérise par la présence des vulcanites altérées composées de basaltes et d'andésites. Ces formations se sont mises en place au cours de 3 phases d'activité. Aux 2 premières phases sont attribuées des basaltes et des andésites calco alcalins miocènes. A la 3ème phase des basaltes alcalins plio-quaternaires.

#### **4.2. La région de Tafna**

Notre région d'étude est limitée au Nord par le flanc nord de Djebel Sabaa Chiouck, au Sud par les Monts de Tlemcen à l'Est par les Monts de Tessala et enfin à l'Ouest par la faille bordière du massif des Traras (FBT) qui s'étend sur plusieurs kilomètres.

Dans les bassins sublittoraux de l'Algérie occidentale, le Miocène forme un cycle sédimentaire complet qui se divise en Miocène inférieur et supérieur (PERRODON, 1957).

Et des terrains anti-nappe ; synchro-nappe et des autres post-nappe (Guardia, 1975).

#### **4.3. La région de Tefaraouine**

Le massif de Tifaraouine fait partie de l'ensemble volcanique du Sahel d'Oran. Il se localise à une quarantaine de kilomètres au SW de la ville d'Oran. Les formations volcaniques observées dans ce massif sont dominées par la présence de produits pyroclastiques (brèches et tufs) de nature andésitique

#### **4.4. La région de cherrhell (Algérois)**

La coulée rhyolitique du site 14, datée à 15.4 Ma. Clairement antérieure aux xénolites de granodiorite et de rhyolite contenus.

#### **4.6. La région d'El Aouana**

Dans la région d'El Aouana (l'activité magmatique) est caractérisée par la mise en place de Roches sub-volcanique et volcanique accompagnées par une minéralisation principalement polymétallique.

#### **4.5. La région d'Oued Amizour**

Le secteur Oued Amizour est situé au sud de la vallée de la Soummam, entre la ville de l'Oued Amizour et la rive occidentale du golf de Bejaïa.

Le complexe magmatique de ce secteur est constitué de deux ensembles, l'un est intrusif et comprend sept plutons d'extension inégale, l'autre est volcanique constitué de laves et de pyroclastites

# **DEUXIEME CHAPITRE : ANALYSE DISCRIMINANTE**

## **1. Définition**

L'analyse discriminante est une technique de statistique exploratoire qui travaille sur un ensemble de  $N$  observations (617 échantillons) décrites par  $K$  variables (10 oxydes), répartis en  $Z$  groupes (12 massifs volcaniques).

Elle vise à produire un nouveau système de représentation, des variables latentes formées à partir de combinaisons linéaires des variables initiales, qui permettent de discerner le plus possible les groupes d'individus ( $Z$  catégories).

Il s'agit d'une méthode géométrique car elle propose une représentation graphique, dans un espace réduit, qui permet de visualiser les proximités entre les observations, appartenant au même groupe ou non. Elle donne aussi la possibilité d'interpréter les axes factoriels, combinaisons linéaires des variables initiales, expliquer et ainsi comprendre les caractéristiques qui distinguent les différents groupes.

## **2. But de l'étude**

Le but de cette analyse est d'étudier les relations entre une variable qualitative (massif volcanique) et un ensemble de variables explicatives quantitatives (oxydes) pour déterminer le ou les oxydes les plus discriminants vis à vis des massifs volcaniques et à quel massif appartient un oxyde à partir de ses caractéristiques (valeurs).

Ainsi, l'idée de base de l'application, dans ce cadre, de l'analyse discriminante est de déterminer si parmi les 12 massifs en question existe un ou plusieurs massifs différents par rapport à la moyenne qu'ils prennent sur un ou plusieurs parmi les 10 oxydes particuliers choisis c'est à dire déterminer le ou les oxydes permettant la meilleure discrimination possible entre les 12 massifs. Pour cela ; les variables explicatives (oxydes) doivent être métriques et ne doivent pas être trop corrélées entre elles.

Ainsi, l'idée de base de cette étude est établie sur l'hypothèse que si les moyennes des teneurs en oxydes analysés peuvent être significativement différentes dans les 12 massifs, ces variables discriminent bien ceux-ci d'utiliser ces variables pour prédire l'appartenance à un groupe (par exemple, pour de nouvelles observations).

## **3. Traitement statistique des données analytiques**

Les données analytiques ont été regroupées dans un tableau du fichier Excel. Le logiciel Statistica 8 a été utilisé pour les traitements suivants :



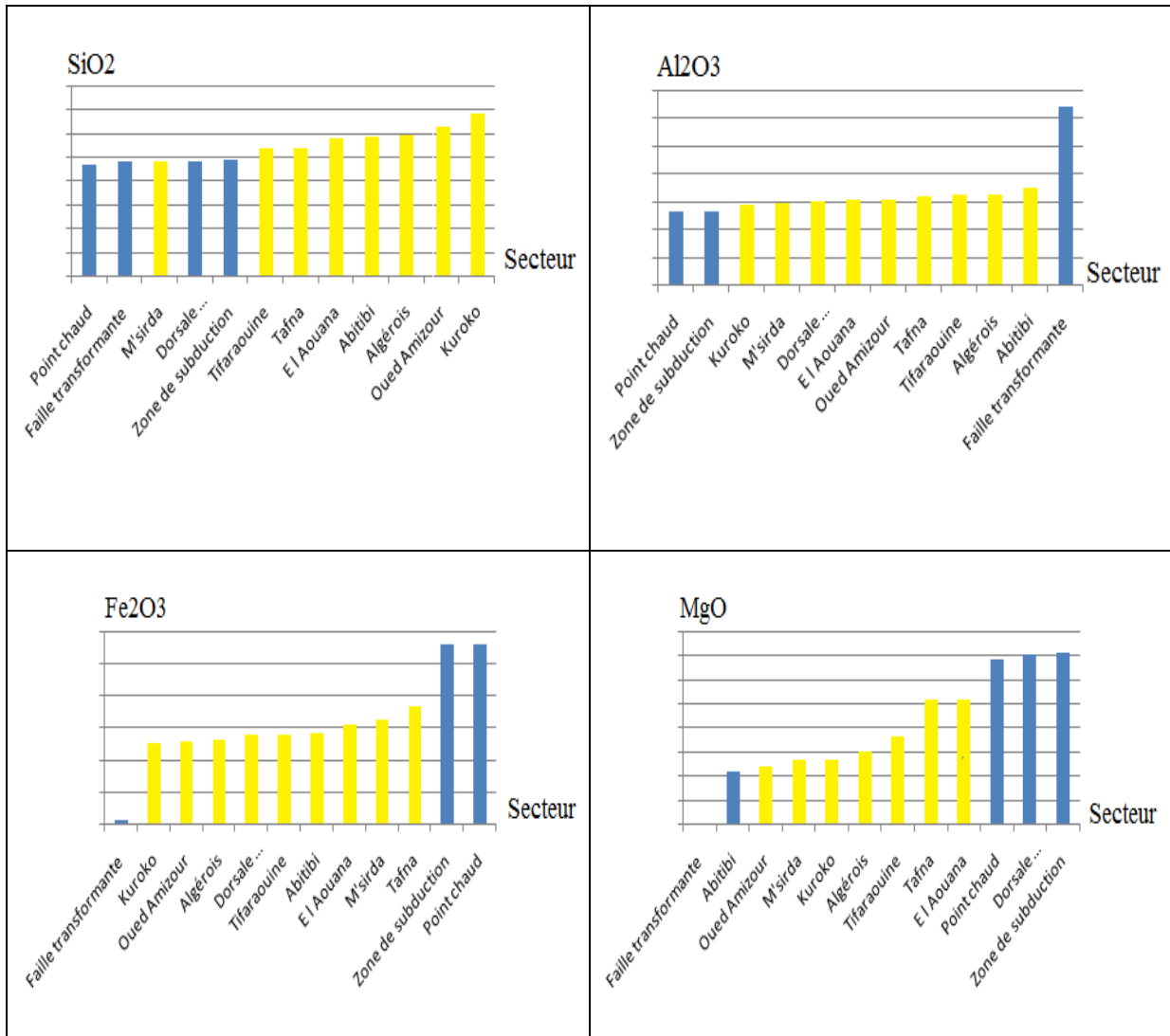
### 3.1 Analyse discriminante

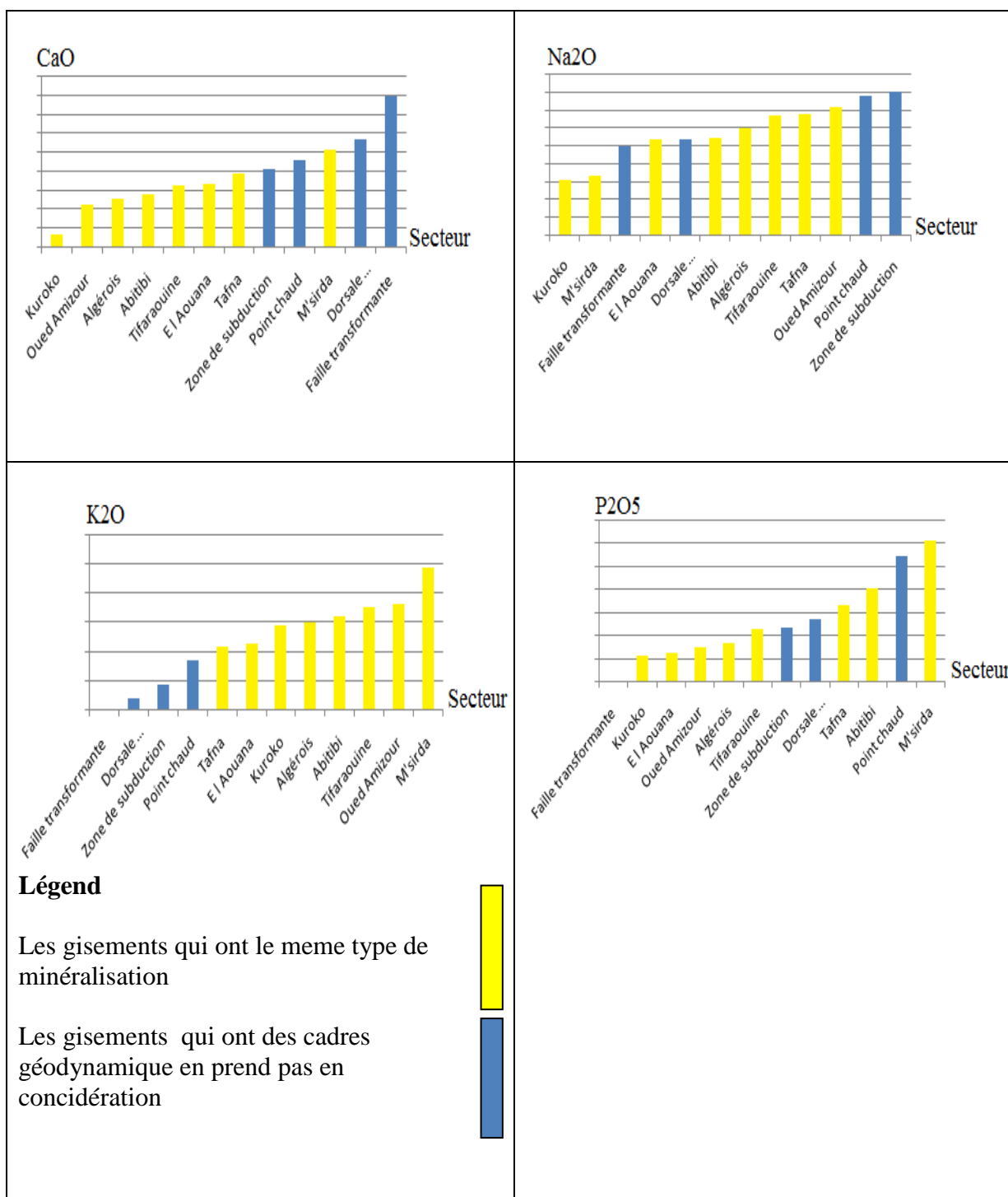
#### \*Discrimination par la moyenne

Il est clair que si les moyennes d'une variable (oxyde) entre différents groupes (massifs volcaniques) sont significativement différentes nous pouvons en conclure que cette variable discrimine bien ceux-ci. Dans ce cas, on soumet au test de significativité statistique les différences entre les moyennes des oxydes dans les différents massifs volcaniques. Ce traitement a porté, dans un premier lieu, sur le calcul des moyennes de teneurs en éléments chimiques (**Tab.1et fig. 2**).

Secteur	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	N
M'sirda	48,26690	14,70103	6,50759	2,665862	10,24276	1,687241	4,832069	1,181724	0,611379	0,199655	29
Abitibi	58,56454	17,37545	5,65455	2,184546	5,62455	2,711818	3,190909	0,805455	0,406364	0,078182	11
Kuroko	68,01700	14,45200	5,07300	2,692000	1,47400	1,542000	2,890000	0,619000	0,112000	0,121000	10
Algérois	59,03265	16,27755	5,22837	3,041224	5,11571	2,992041	2,977959	0,537551	0,170204	0,079796	49
Tifaraouine	53,88566	16,20895	5,61171	3,672500	6,45790	3,331447	3,489605	0,772500	0,230540	0,087105	76
E l Aouana	58,25769	15,41077	6,18000	5,203462	6,70962	2,675000	2,243846	0,570769	0,123846	0,107692	52
Oued Amizour	62,85385	15,48846	5,14154	2,401538	4,47539	3,581538	3,616923	0,613077	0,150769	0,080000	13
Point chaud	46,65456	13,18022	11,16891	6,822392	9,12478	3,873696	1,699348	2,840435	0,541087	1,007391	46
Zone de subduction	48,67400	13,29353	11,14718	7,090471	8,17494	4,012588	0,869882	9,985529	0,234824	2,193177	85
Dorsale médioocéanique	48,60452	15,09048	5,59667	7,055953	11,27286	2,681905	0,355238	1,603809	0,268810	0,182381	42
Faïlle transformante	47,94062	32,08313	0,35463	0,090500	15,90375	2,466250	0,016313	0,029750	0,000000	0,010000	16
Tafna	53,95000	16,00875	7,29625	5,180000	7,69750	3,391250	2,133750	1,207500	0,333750	0,115000	8

Tab N°1. Teneur moyenne en oxydes par secteur





**Fig. N°02. Représentation graphique des teneurs moyennes en éléments chimiques**

Les résultats obtenus (**Tab N°01** et **fig.2**) montrent pour les massifs Tafna ; El Aouana ; Tifaraouine de fortes teneurs moyenne en  $Al_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Na_2O_3$  et  $CaO$  ; par contre une faible teneur en  $P_2O_5$ .

M'sirda et Abitibi se caractérisent par de fortes valeurs moyennes de  $P_2O_5$  ;  $K_2O$  et  $CaO$ . De fortes teneurs en  $K_2O$  et  $Na_2O$  caractérisent les massifs de Tifaraouine ; O.Amizour et l'Algérois.

De ce qui précède on peut conclure avec les résultats suivants : L'élément  $SiO_2$  permet de discriminer l'ensemble des vulcanites d'une forte teneur dans tous les secteurs qui nous avons déterminé et traité (kuroko ; Abitibi ; M'sirda ; Tefaraouine ; Tafna ; Algérois ; El Aouana).

Tifaraouine ; Tafna ; Al Aouana ; Oued Amizour et Algérois se rassemblant.

$P_2O_5$  discrimine les secteurs M'sirda ; Abitibi ; Tafna par contre une faible teneur dans les secteurs volcanite de Kuroko ; El Aouana.

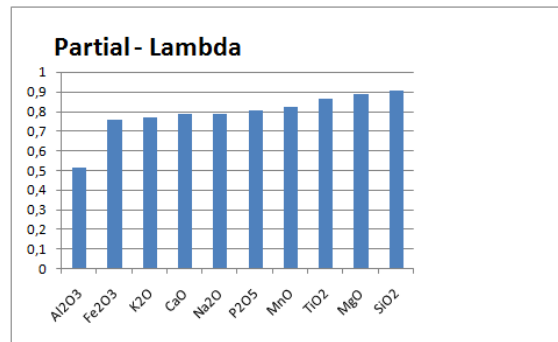
### 3.2 Synthèse de l'analyse discriminante

	Wilks' - Lambda	Partial - Lambda	F-remove - 11,416	p-level	Toler.	1-Toler. (R-Sqr.)
<b><math>Al_2O_3</math></b>	0,096061	<b>0,513219</b>	35,87007	0,000000	0,692010	0,307990
<b><math>K_2O</math></b>	0,064310	<b>0,766604</b>	11,51389	0,000000	0,472317	0,527683
<b><math>CaO</math></b>	0,062539	<b>0,788313</b>	10,15540	0,000000	0,359948	0,640052
<b><math>Fe_2O_3</math></b>	0,064933	<b>0,759243</b>	11,99222	0,000000	0,698791	0,301209
<b><math>P_2O_5</math></b>	0,061300	0,804246	9,20499	0,000000	0,826104	0,173896
<b><math>SiO_2</math></b>	0,054469	0,905112	3,96468	0,000017	0,553475	0,446525
<b><math>TiO_2</math></b>	0,057227	0,861482	6,08078	0,000000	0,881069	0,118931
<b><math>Na_2O</math></b>	0,062511	<b>0,788665</b>	10,13398	0,000000	0,282063	0,717937
<b><math>MnO</math></b>	0,060071	0,820693	8,26261	0,000000	0,328904	0,671096
<b><math>MgO</math></b>	0,055478	0,888642	4,73911	0,000001	0,488596	0,511404

**Tab N°02. Le Lambda partiel de Wilk**

Dans le tableau (**Tab N°02**) et la figure (**fig.03.**), le Lambda Partiel de Wilk indique que la variable  $Al_2O_3$  est celle qui contribue le plus, devant la variable  $Fe_2O_3$  en second, la variable  $K_2O$  suivis respectivement par  $CaO$  ,  $Na_2O$ ,  $P_2O_5$ ,  $MnO$ ,  $TiO_2$ ,  $MgO$  et enfin la variable  $SiO_2$  qui contribue le moins à la discrimination générale.

Notons que plus la valeur de Lambda Partiel de Wilk est petite plus la discrimination est importante.



**Fig.03 .Représentation graphique des oxydes en fonction de Lambda Partiel de Wilk**

On peut conclure à ce point, que les teneurs en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO et Na<sub>2</sub>O sont les variables principales qui nous permettent de faire la distinction entre les différents secteurs. Pour plus d'informations sur la nature de la discrimination, réalisons une analyse canonique.

### 3.3 Analyse canonique

Nous allons maintenant étudier des fonctions discriminantes pour voir dans quelle mesure les dix variables permettent de discriminer les différents groupes. Le nombre de ces fonctions sera égal à celui des variables-1 (soit 9 fonctions discriminantes).

Tout d'abord, déterminons si les neuf fonctions discriminantes (composantes) sont Statistiquement significatives (**Tab N°03**).

	Eigen- - value	Canonici - R	Wilks' - Lambda	Chi-Sqr.	df	p-level
0	2,445629	0,842483	0,049304	1279,147	110	0,000000
1	0,971544	0,701985	0,169882	753,377	90	0,000000
2	0,688911	0,638673	0,334929	464,880	72	0,000000
3	0,272718	0,462904	0,565666	242,144	56	0,000000
4	0,233634	0,435186	0,719933	139,654	42	0,000000
5	0,082626	0,276261	0,888134	50,419	30	0,011215
6	0,026707	0,161284	0,961517	16,678	20	0,673766
7	0,011524	0,106736	0,987197	5,477	12	0,940144
8	0,001429	0,037774	0,998573	0,607	6	0,996285

**Tab N°03. Test du Chi<sup>2</sup> avec suppression des composantes successives**

Le tableau (**Tab N°03**) teste toutes les composantes canoniques (fonctions discriminantes). Trois fonctions discriminantes (ou canoniques) sont statistiquement

significatives. Ainsi, nous allons devoir trouver trois explications (conclusions) quant à la manière dont les teneurs en oxydes nous permettent de discriminer entre les dix secteurs.

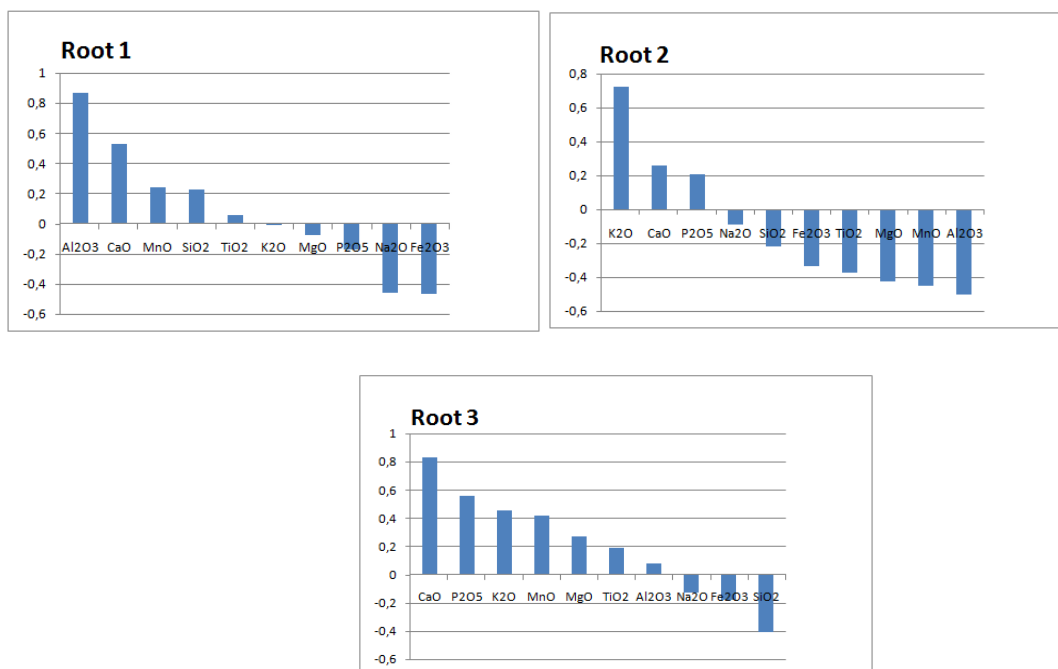
### Coefficients des fonctions discriminantes

	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5	Root 6	Root 7	Root 8	Root 9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,29145	-0,168189	0,026096	0,082225	-0,102417	0,09610	-0,08580	-0,07438	0,09100
K <sub>2</sub> O	-0,00026	0,379665	0,238639	0,157909	-0,399301	-0,23438	-0,35973	-0,01706	0,12043
CaO	0,11369	0,055403	0,178619	-0,073529	-0,068141	-0,05341	-0,19243	0,17359	-0,02842
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,13649	-0,097317	-0,052508	0,152317	-0,131750	0,16034	-0,10006	-0,05003	-0,08089
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0,60149	0,716319	1,903422	-0,574031	1,379157	2,14193	0,56219	0,82355	1,28277
SiO <sub>2</sub>	0,02576	-0,025144	-0,047314	-0,014255	0,008793	0,04758	-0,09946	0,08337	0,02777
TiO <sub>2</sub>	0,00636	-0,044622	0,022355	0,062078	-0,009355	-0,04222	0,02203	0,05685	0,04496
Na <sub>2</sub> O	-0,24562	-0,048203	-0,068196	-0,515063	-0,763806	-0,03999	0,01416	0,30993	0,01836
MnO	0,11148	-0,211232	0,194741	0,378445	0,465978	-0,11230	-0,14390	-0,09661	0,04895
MgO	-0,02087	-0,120075	0,077354	-0,166589	-0,064143	-0,05043	-0,23748	-0,07927	0,19741
Constant	-4,86167	4,170146	-0,305108	0,786519	5,583403	-4,23706	10,5889	-5,12433	-3,85767
Eigenval	2,44563	0,971544	0,688911	0,272718	0,233634	0,08263	0,02671	0,01152	0,00143
Cum.Pro p	0,51652	0,721716	0,867216	0,924814	0,974158	0,99161	0,99725	0,99968	0,99999

Tab N°04. Coefficients bruts des variables canoniques

	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5	Root 6	Root 7	Root 8	Root 9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,870155	-0,502146	0,077912	0,245492	-	0,286912	-	-	0,271685
K <sub>2</sub> O	0,000489	0,720048	0,452587	0,299480	-	-	-	-	0,228391
CaO	0,528017	0,257318	0,829589	-	-	-	-	0,806230	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-0,332381	-	0,520231	-	0,547649	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	0,208879	0,555038	-	0,40216	0,624585	0,163934	0,240147	0,374057
SiO <sub>2</sub>	0,224118	-0,218798	-	-	0,07651	0,414031	-	0,725475	0,241677
TiO <sub>2</sub>	0,053199	-0,373445	0,187089	0,519538	-	-	0,184366	0,475819	0,376296
Na <sub>2</sub> O	-	-0,090107	-	-	-	-	0,026476	0,579358	0,034330
MnO	0,237901	-0,450769	0,415577	0,807602	0,99440	0,239651	0,307073	0,206166	0,104462
MgO	-	-0,422949	0,272472	-	-	-	-	-	0,695359
Eigenval	2,445629	0,971544	0,688911	0,272718	0,23363	0,082626	0,026707	0,011524	0,001429
Cum.Pro p	0,516523	0,721716	0,867216	0,924814	0,97416	0,991609	0,997250	0,999684	0,999986

Tab N°05.Coefficients centrés-réduits des variables canoniques



**Fig. N°04. les composants des fonctions discriminantes**

La première fonction discriminante est essentiellement définie par la variable Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO et dans une moindre mesure Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et Na<sub>2</sub>O. La seconde fonction par K<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et dans une moindre mesure MnO et MgO; La troisième fonction semble plutôt marquée par les variables CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Les variables K<sub>2</sub>O MnO et SiO<sub>2</sub> contribuent également à cette fonction.

Les valeurs propres (composantes) de chaque fonction discriminante ainsi que la proportion cumulée de variance expliquée par chaque fonction montrent que :

Les trois premières fonctions expliquent plus de 0,86722% de la variance expliquée ; La première fonction explique plus de 51% (51,6523) de la variance expliquée, la seconde plus de 20% (20,5193) et la troisième plus de 14% (14,55).

Les trois premières fonctions expliquent 86,7216% de la variance globale expliquée, c'est-à-dire que plus de 86% du pouvoir discriminant total est expliquée par ces trois premières fonctions. Celles-ci sont donc clairement les plus importantes.

Pour établir des Corrélations Variables - fonctions discriminantes, une matrice de la structure Factorielle est calculée (**Tab N°06**)



## Coefficients de la structure factorielle

	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5	Root 6	Root 7	Root 8	Root 9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,729590	-0,134376	0,048843	0,113781	-0,393349	0,369451	0,227680	-0,195199	0,158007
K <sub>2</sub> O	-0,016432	0,659850	-0,145060	0,421629	-0,311532	-0,054200	-0,107631	-0,053708	0,426702
CaO	0,146934	-0,185351	0,561798	-0,231301	0,107474	-0,075636	-0,260395	0,150184	-0,606140
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,448762	-0,346437	0,283738	0,265766	-0,141525	0,361066	-0,320461	-0,150319	-0,419501
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0,158136	0,221201	0,454423	0,021882	0,025821	0,647506	0,258523	0,145733	0,436877
SiO <sub>2</sub>	0,060448	0,218955	-0,677648	0,112701	0,133579	0,161983	-0,307065	0,454361	0,321609
TiO <sub>2</sub>	-0,142364	-0,306371	0,115699	0,319082	0,008429	-0,331946	0,168599	0,366582	0,511435
Na <sub>2</sub> O	-0,126621	-0,222640	-0,002936	-0,031671	-0,467468	0,009973	0,333285	0,333154	-0,104643
MnO	-0,137724	-0,275992	0,120979	0,277388	-0,032049	-0,121018	0,084020	0,197182	-0,236187
MgO	-0,262029	-0,313901	0,158379	-0,384980	0,183199	-0,204741	-0,383023	-0,418064	0,371572

**Tab N°06. Matrice de la structure Factorielle, Corrélations Variables - fonctions discriminantes.**

Le tableau (Tab N° .06) montre de nettes corrélations entre (Root 1- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), (Root 2- K<sub>2</sub>O) et (Root 3-CaO- SiO<sub>2</sub>).

## Moyennes des variables canoniques

	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5	Root 6	Root 7	Root 8	Root 9
M'sirda	0,13305	2,19431	1,75594	0,79318	0,482825	-0,128575	-0,101673	0,039388	-0,010556
Abitibi	0,63533	0,59363	-0,36265	0,41759	0,294317	0,686616	0,231818	0,145212	0,159387
Kuroko	0,09172	0,34392	-2,10592	0,90315	1,633121	0,448130	0,194771	-0,195499	-0,020536
Algérois	0,38160	0,42503	-0,94081	0,09202	-0,004699	0,063020	0,158238	0,011586	-0,044869
Tifaraouine	0,19866	0,73632	-0,21016	-0,09702	-0,604504	-0,245518	0,088299	-0,089852	0,017569
E l Aouana	0,22447	0,02235	-0,76040	-0,21406	0,188625	-0,017813	-0,375498	-0,055605	0,008466
Oued Amizour	0,06968	0,70829	-1,22448	-0,07372	-0,526997	0,003362	-0,101100	0,492825	-0,045356
Point chaud	-1,59516	-0,11379	0,83350	-0,38096	-0,335358	0,581586	-0,010493	-0,049210	-0,031615
Zone de subduction	-1,29281	-1,37662	0,19341	0,48704	0,009627	-0,179695	0,015165	0,022324	0,005562
Dorsale médio océanique	0,36874	-0,26931	0,53939	-1,12838	0,757557	-0,237684	0,125414	0,043143	0,003156
Faille transformante	6,87701	-1,71171	0,93125	0,34863	-0,303027	0,225199	-0,021031	-0,013045	-0,020443
Tafna	-0,04904	0,02308	-0,08488	-0,46669	-0,339546	0,381152	-0,113836	0,090509	0,118379

Tab N°07. Moyennes des variables canoniques

Apparemment, la première fonction discriminante permet surtout de discriminer Point chaud et zone de subduction des autres secteurs.

En conclusion, les tableaux (Tab nn° 5, 6 et7) permettent les constats suivants :

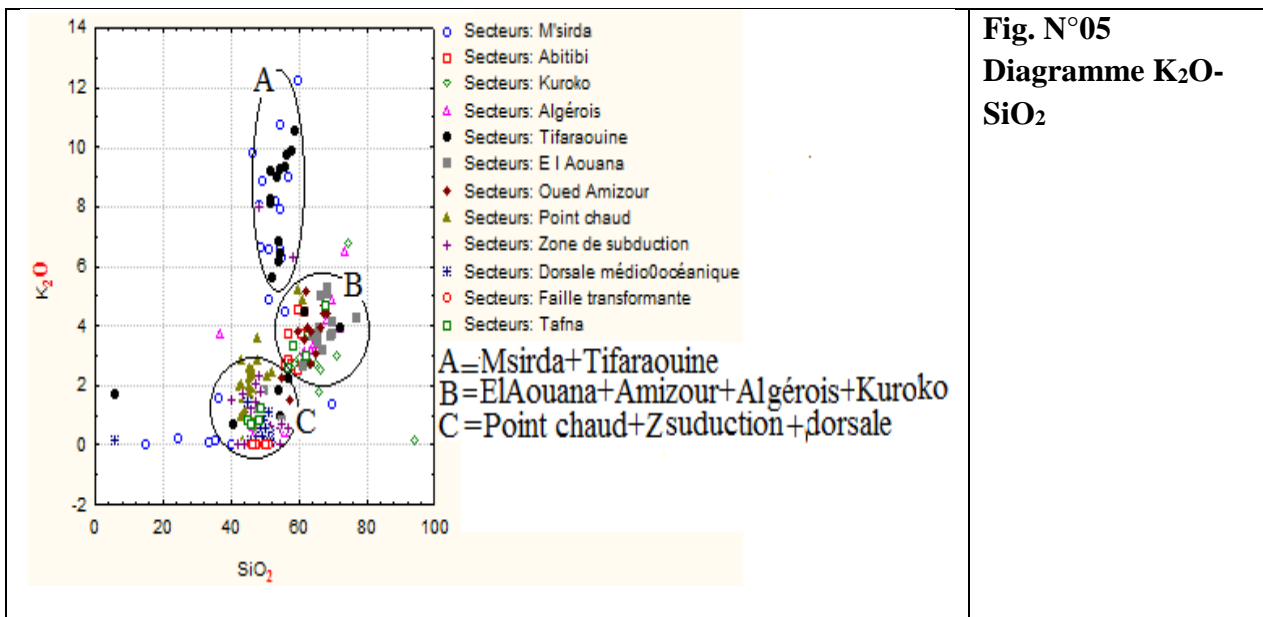
La 1<sup>ère</sup> fonction (**Root1**) permet de discriminer sur la base des teneurs en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO point chaud et zone de subduction. Les moyennes canoniques des secteurs Point chaud et Zone de subduction sont très différentes de celles des autres groupes.

La 2<sup>ème</sup> fonction (**Root2**) sur la base des teneurs en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, M'sirda en opposition à zone de subduction et faille transformante.

La 3<sup>ème</sup> fonction (**Root3**) sur la base des teneurs en CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> M'sirda en opposition à Kuroko et O.Amizour.

Pour visualiser les résultats obtenus ci-dessus des diagrammes de corrélation (oxydes-secteur) ont été établis.

## Diagramme de SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O



**Fig. N°05**  
**Diagramme K<sub>2</sub>O-**  
**SiO<sub>2</sub>**

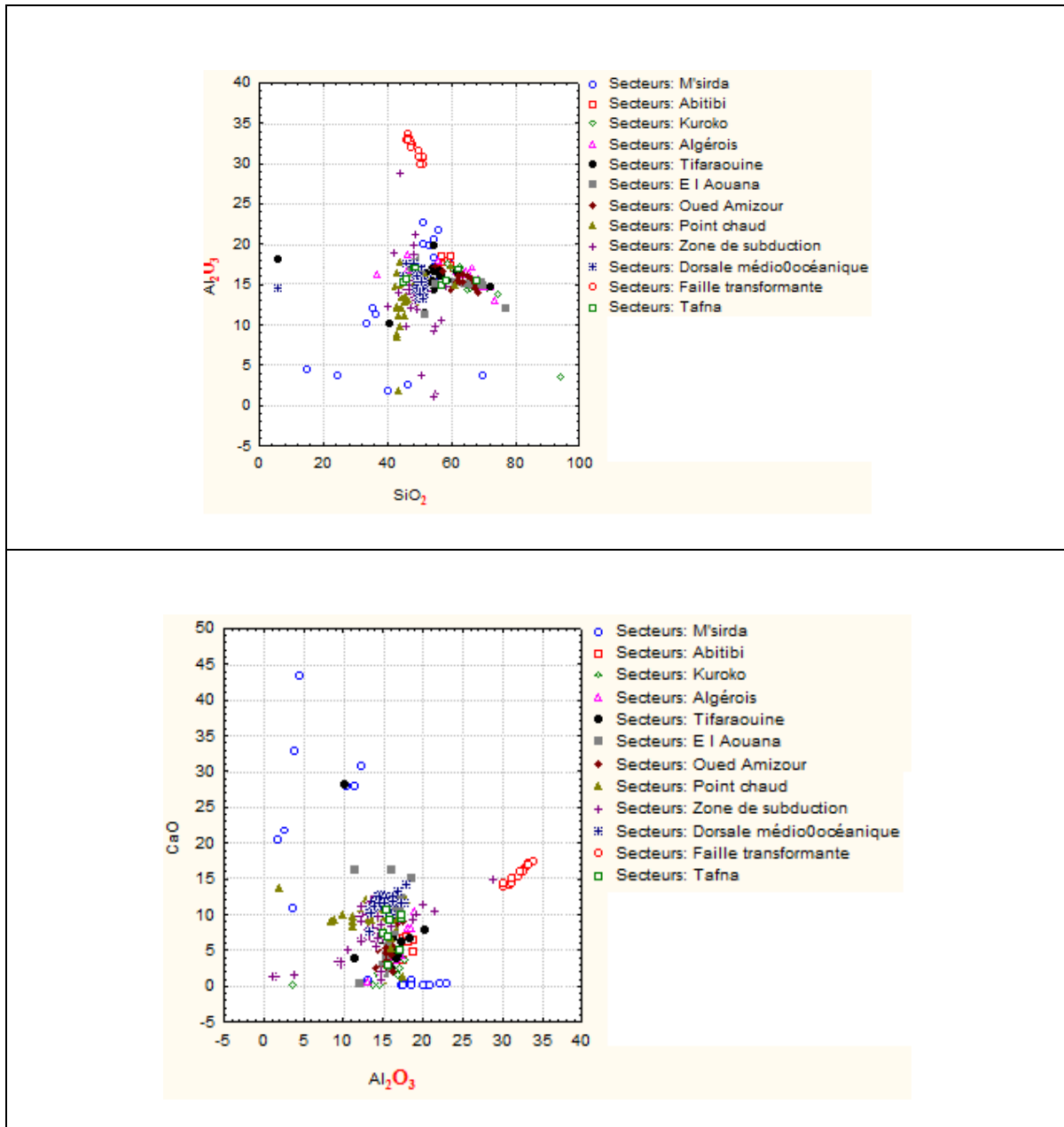
Le diagramme (**Fig. N°05**) discrimine trois nuages de points représentant chacun un ensemble de secteurs corrélables.

L'ensemble A, en haut du nuage, représente **M'sirda et Tifaraouine**. Ces deux massifs ne montrent pas de corrélation avec les autres.

L'ensemble B regroupe El Aouana, O. Amizour, l'Algérois et le Kuroko.

L'ensemble C, le plus inférieur montre une corrélation entre zone de subduction, dorsale médio-océanique, point chaud auxquels se rattache la Tafna.

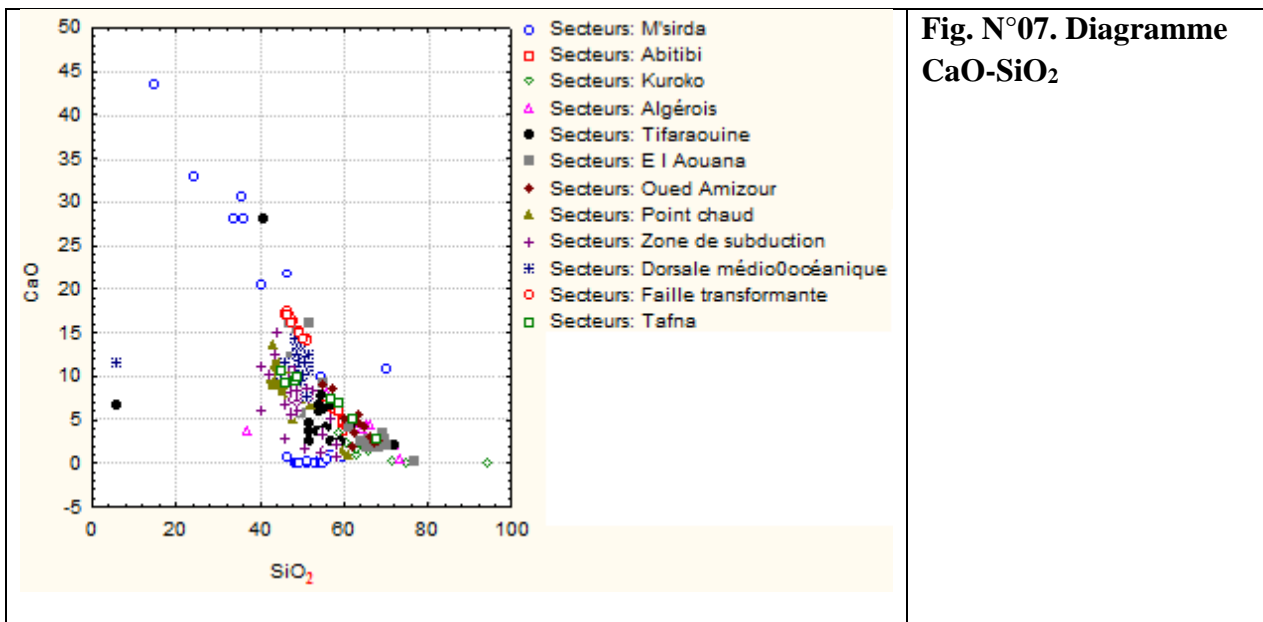
**-Diagrammes Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- SiO<sub>2</sub>- CaO-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**



**Fig. N°06 Diagrammes Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- SiO<sub>2</sub>- CaO-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

Les deux diagrammes (fig. N°06) discriminent faille transformante, M'sirda. Les autres secteurs Abitibi ; Kuroko ; Tefaraouine ; Tafna ; Algérois ; El Aouana ; Oued amizour ; ayant le même type de minéralisation dans les deux diagrammes (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- SiO<sub>2</sub>- CaO-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

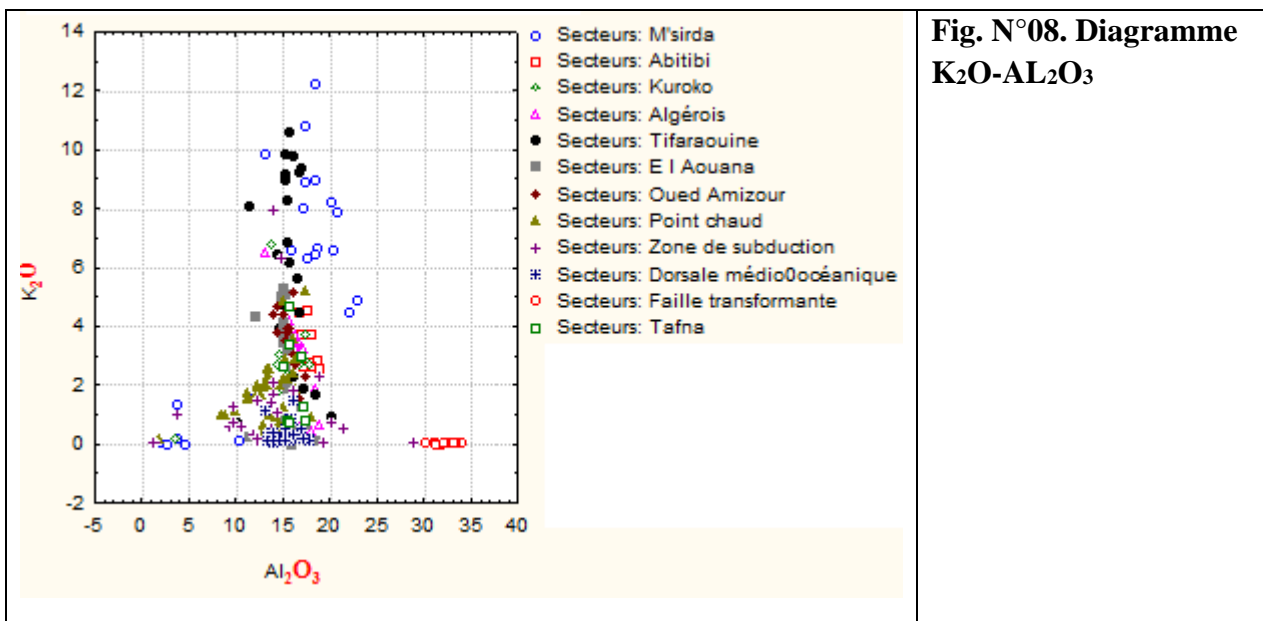
### Diagramme CaO- SiO<sub>2</sub>



**Fig. N°07. Diagramme CaO-SiO<sub>2</sub>**

Le diagramme (**fig.N°07**) rassemble l'ensemble des secteurs en un seul nuage de points. Il semble que M'sirda se détache du reste.

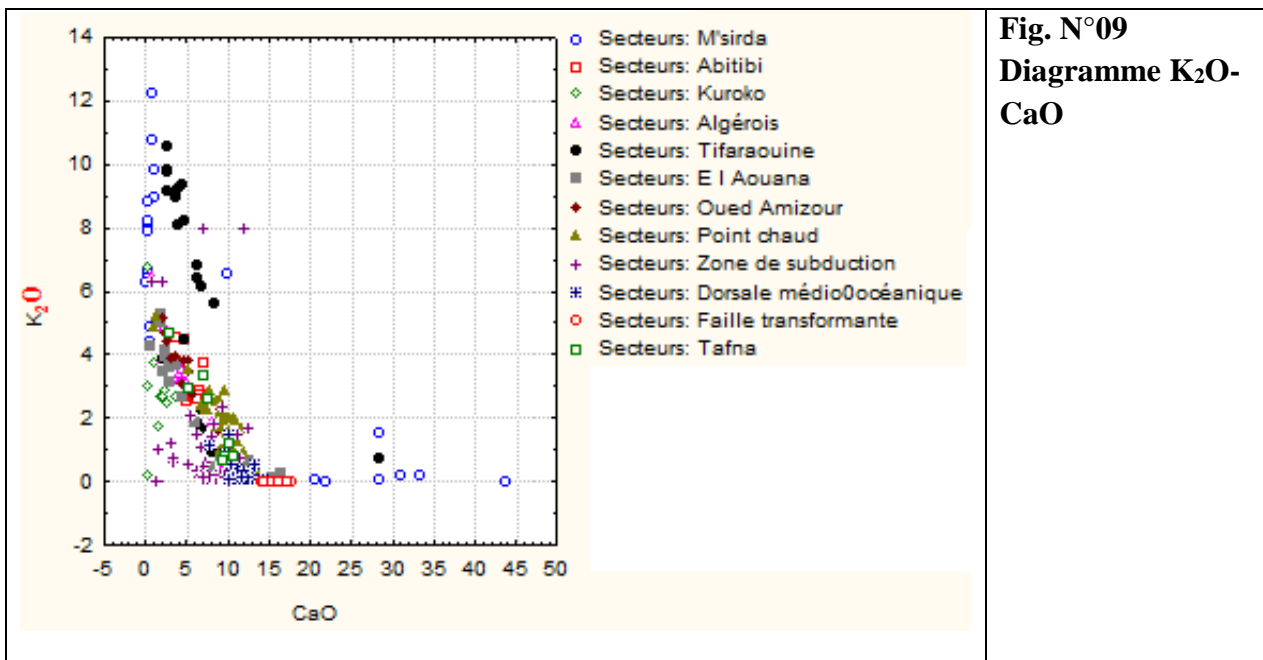
### Diagramme K<sub>2</sub>O-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>



**Fig. N°08. Diagramme K<sub>2</sub>O-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

Il semble exister 3 nuages de points dans ce diagramme représentant chacun, un ensemble de secteurs. Le nuage de point le plus haut regroupe **Tifaraouine et M'Sirda**. Le nuage de point (en bas au milieu) regroupe (Abitibi, Algérois, Tafna, El Aouana, O. Amizour, point chaud et kuroko.) ; le nuage de point à droite représente faille transformante.

## Diagramme K<sub>2</sub>O-CaO



Ce diagramme comporte 2 ensembles du nuage  
 Les points du nuage qui en haut regroupe **M'Sirda et Tifaraouine**.  
 Les points du nuage la plus inférieure regroupe Abitibi, kuroko, Algerois, El Aouana, O.Amizour et Tafna.

**M'Sirda et Tifaraouine** sont distingués sur les diagrammes : (K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub>), (K<sub>2</sub>O-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), (K<sub>2</sub>O-CaO). Les formations volcaniques de ces massifs sont plus potassiques.

**M'Sirda** est plus calcique (**diagrammes** CaO-AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ; CaO-SiO<sub>2</sub> et K<sub>2</sub>O-CaO

Par ailleurs, remarquer bien que **M'sirda** ne ressemble **pas** aux autres secteurs sur l'ensemble des secteurs. Les tableaux (Root2 et Root3) montrent aussi cette discrimination.

Etablir un lien avec :

-La 2ème fonction (Root2) sur la base des teneurs en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, **M'sirda** en opposition à zone de subduction et faille transformante.

-La 3ème fonction (Root3) sur la base des teneurs en CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> **M'sirda** en opposition à Kuroko et O.Amizour.

# **TROISIÈME CHAPITRE : ANALYSE MULTI VARIABLE**

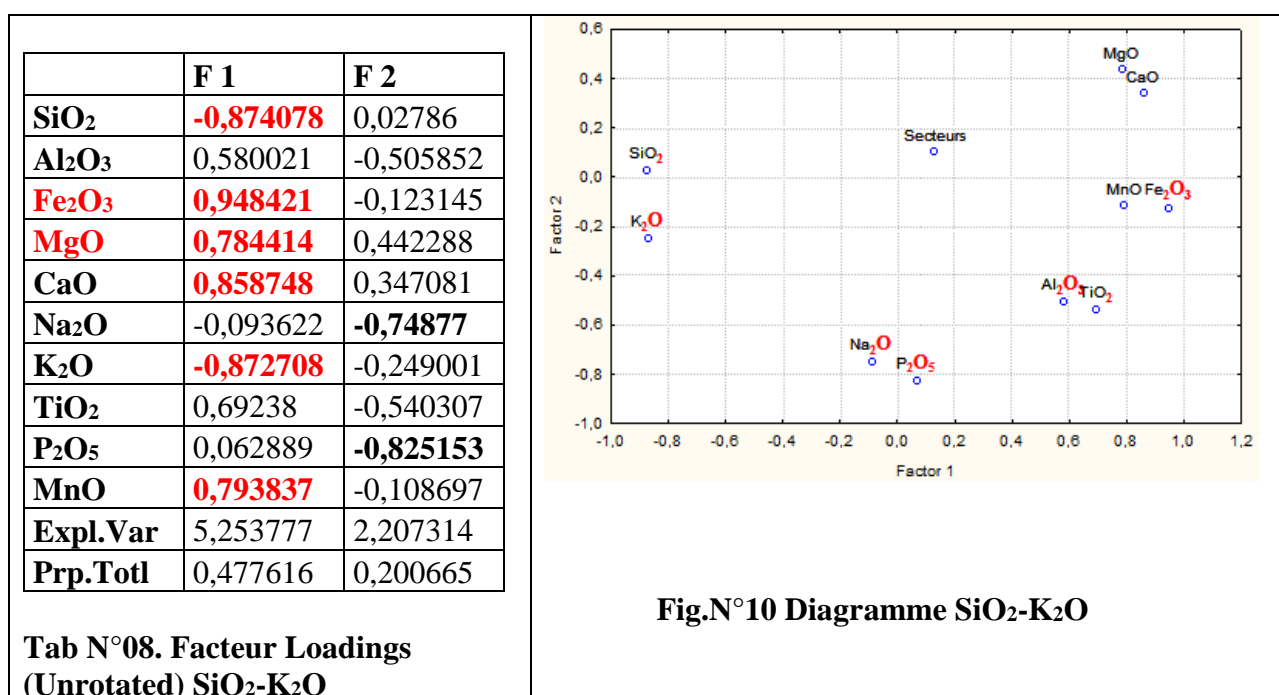
## 1. Analyse multi-élémentaire

Le traitement multi élémentaire (AF et ACP) des données étudiées montrent les résultats suivants :

### 1.1. Gisements corrélés dans le diagramme SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O, El Aouana, O.Amizour, l'Algérois et Kuroko).

#### 1.1.1. Analyse factorielle

Elle est destinée à réduire un grand nombre de variables en corrélation à un plus petit nombre de variables indépendantes, ou facteurs.



Le facteur F1 (SiO<sub>2</sub>- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- MgO- CaO- K<sub>2</sub>O et MnO) mis en évidence représente les formations magmatiques (volcaniques). SiO<sub>2</sub> indique la présence de silicates et Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- MgO les minéraux ferromagnésiens. L'opposition de CaO à SiO<sub>2</sub> indique que le plagioclase est intermédiaire.

Le facteur F2 (Na<sub>2</sub>O - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) évoquent probablement un fort lessivage et la présence de l'apatite.

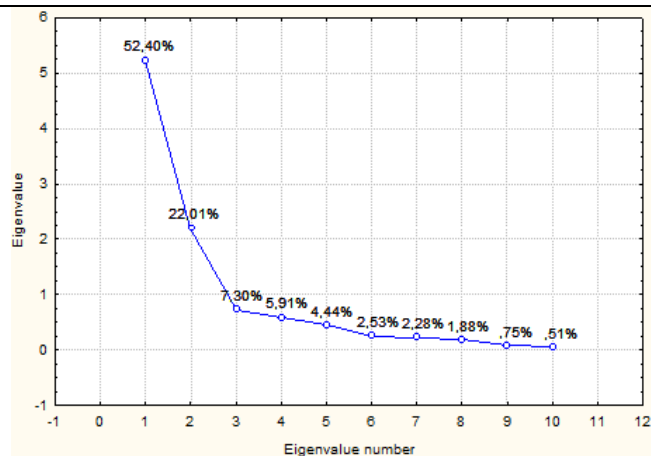
Ainsi, le groupe El Aouana, O.Amizour, l'Algérois qui présentent le même type de minéralisation (polymétallique) que Kuroko présentent le même type d'associations géochimiques caractéristiques.



### 1.1.2. Analyse en composantes principales (ACP)

Son but est de maximiser la dispersion de variables autour d'une droite appelée facteur. Lorsqu'on extrait plusieurs facteurs, Ces derniers doivent être orthogonaux ou indépendants les uns des autres.

Nombre des éléments chimique	Eigenvalue	% Total - variance	Cumulative – Eigenvalue	Cumulative - %
1	5,239914	52,39914	5,23991	52,3991
2	2,200934	22,00934	7,44085	74,4085
3	0,730349	7,30349	8,1712	81,712
4	0,590612	5,90612	8,76181	87,6181
5	0,443854	4,43854	9,20566	92,0566
6	0,253449	2,53449	9,45911	94,5911
7	0,227838	2,27838	9,68695	96,8695
8	0,187674	1,87674	9,87462	98,7462
9	0,074608	0,74608	9,94923	99,4923
10	0,050769	0,50769	10	100



**Tab N°09. Valeurs propres de la matrice de corrélation SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O**

**Fig.11. Diagramme des valeurs propres de la matrice de corrélation SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O**

Le tableau (**Tab N°09**) et la figure (**fig.N°11**) permettent d'extraire 3 facteurs qui expliquent plus de 81% de la variance globale.

## La projection des variables de trois facteurs

	F 1	F 2	F 3
SiO <sub>2</sub>	<b>0,874664</b>	0,024026	0,290169
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,584702	-0,496783	-0,460176
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<b>-0,948668</b>	-0,120538	0,15056
MgO	<b>-0,781388</b>	0,441197	-0,143158
CaO	<b>-0,855287</b>	0,344491	-0,223401
Na <sub>2</sub> O	0,09934	<b>-0,768381</b>	-0,023839
K <sub>2</sub> O	<b>0,873262</b>	-0,253863	-0,123354
TiO <sub>2</sub>	-0,693843	-0,538484	0,375663
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0,067982	<b>-0,818644</b>	-0,14321
MnO	<b>-0,795268</b>	-0,103477	0,404849

Tab N°10. Tableau des facteurs loadings

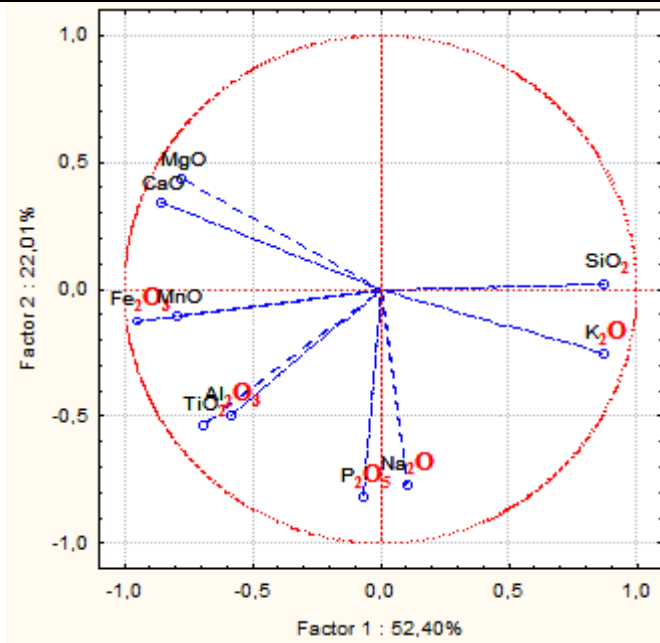


Fig.N°12 Cercle de corrélation F1-F2

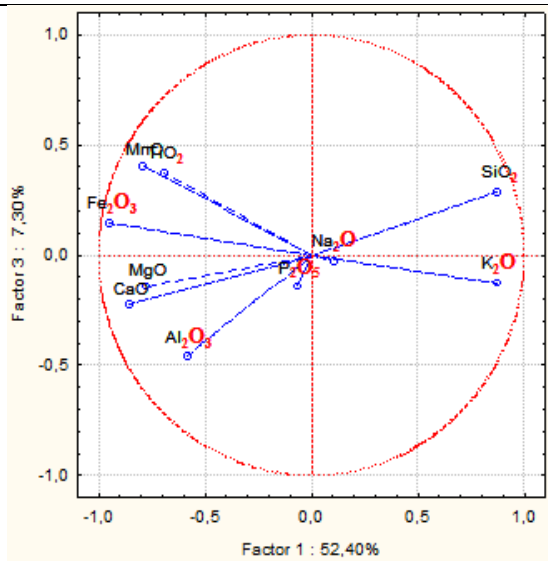
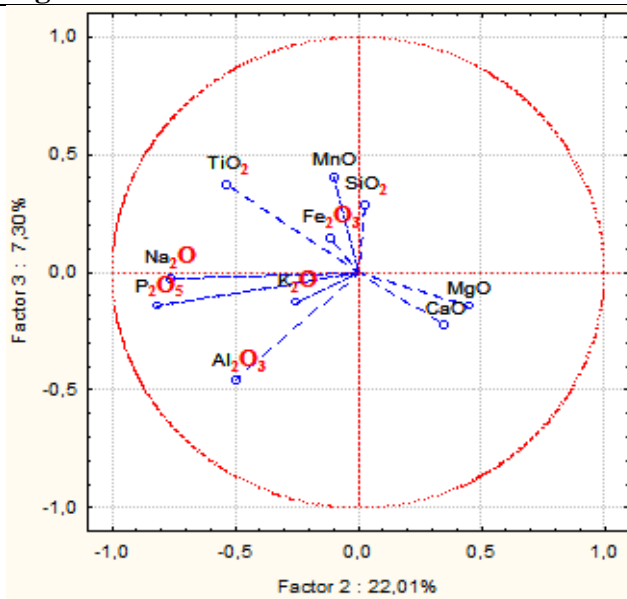


Fig.N°13 Cercle de corrélation F1-F3



Projection of the variables on the factor-plane ( 2 x 3)

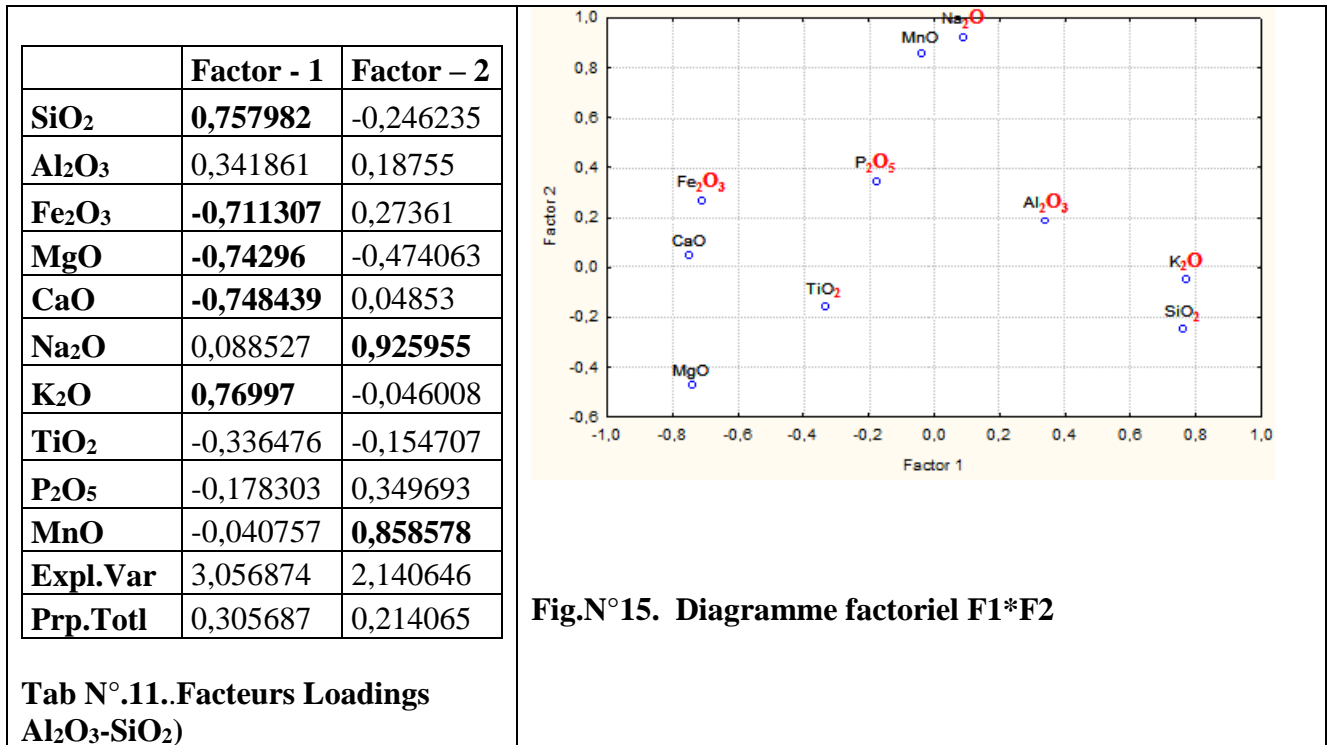
Fig.N°14 Cercle de corrélation F2-F3

Le même résultat est obtenu avec les ACP.

## 2. Gisements corrélés dans les diagrammes $Al_2O_3$ - $SiO_2$ et $CaO$ - $Al_2O_3$

Ces 2 diagrammes intègrent les mêmes gisements et par conséquent un traitement multivarié leur sera commun. Le résultat obtenu pour les gisements corrélés dans le diagramme  $Al_2O_3$ - $SiO_2$  sera extrapolé à ceux figurant sur le diagramme  $CaO$ - $Al_2O_3$ .

### 2.1 Analyse factorielle :



Il apparaît que deux facteurs sont bien identifiés (**Tab.N.11.** ° et **Fig.N°15**). Le Facteur1 (F1), ( $SiO_2$ -  $Fe_2O_3$ -  $MgO$ -  $CaO$  et  $K_2O$ ) traduit la présence de formations magmatiques. Le Facteur2 (F2), ( $Na_2O$ - $MnO$ ) évoque la présence de plagioclase acide.

A regarder le signe positif pour  $SiO_2$ ,  $Na_2O$  en opposition à celui de  $CaO$ .

Ce résultat donne un certain sens à la présence d'une séquence plus acide qui caractérise les formations magmatiques appartenant à ce groupe

## 2.2 Analyse en composant principale

Nombre des éléments chimique	Eigenvalue	% Total – variance	Cumulative	Cumulative - %
			– Eigenvalue	
1	3,056874	30,56874	3,05687	30,5687
2	2,140646	21,40646	5,19752	51,9752
3	1,490436	14,90436	6,68796	66,8796
4	1,113319	11,13319	7,80127	78,0127
5	0,74067	7,4067	8,54194	85,4194
6	0,435641	4,35641	8,97759	89,7759
7	0,415042	4,15042	9,39263	93,9263
8	0,283675	2,83675	9,6763	96,763
9	0,203966	2,03966	9,88027	98,8027
10	0,119731	1,19731	10	100

Tab N°.12. valeurs propre de la matrice de corrélation

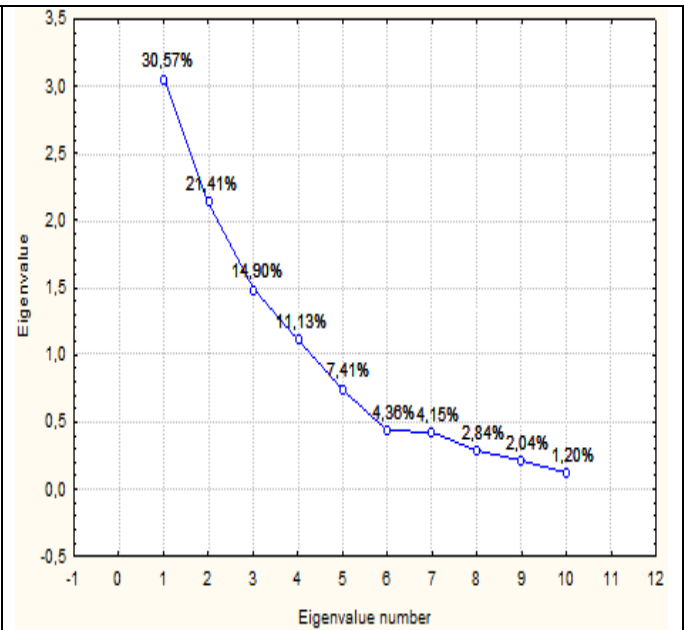


Fig.N°16.Diagramme des valeurs propres de la matrice de corrélation

Le tableau (Tab N°12) et la figure (Fig.16) permettent d'extraire trois facteurs expliquant plus de 66,87% de la variance.

## La projection des variables de trois facteurs

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
SiO <sub>2</sub>	<b>0,757982</b>	-0,246235	0,278507
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,341861	0,18755	<b>-0,771785</b>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<b>-0,711307</b>	0,27361	0,201957
MgO	<b>-0,74296</b>	-0,474063	0,183563
CaO	<b>-0,748439</b>	0,04853	-0,516775
Na <sub>2</sub> O	0,088527	<b>0,925955</b>	0,134715
K <sub>2</sub> O	<b>0,76997</b>	-0,046008	0,189727
TiO <sub>2</sub>	-0,336476	-0,154707	0,586594
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0,178303	0,349693	0,018628
MnO	-0,040757	<b>0,858578</b>	0,277661

Tab N°.13. Facteurs loadings des variables

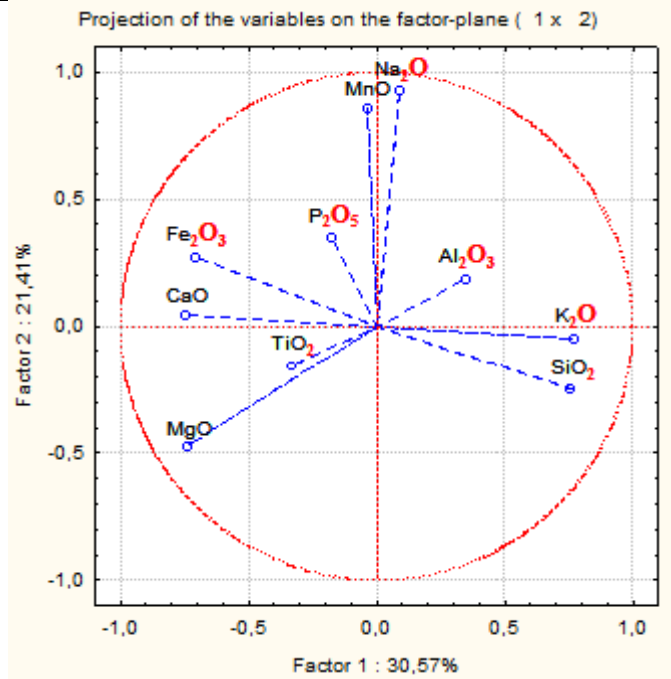


Fig.N°17. Cercle de corrélation F1\*F2

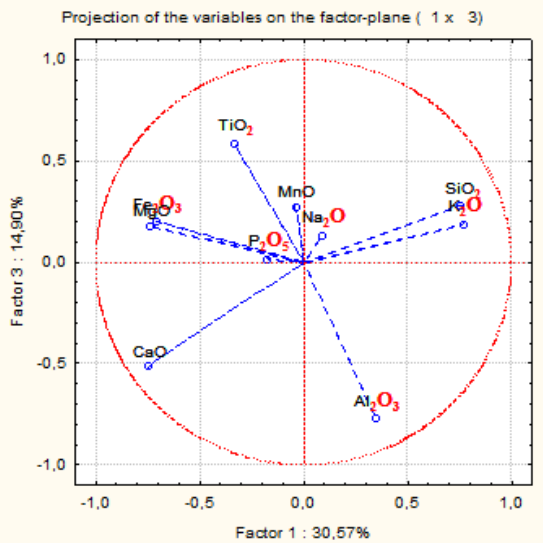


Fig.N°18. Cercle de corrélation F1\*F3

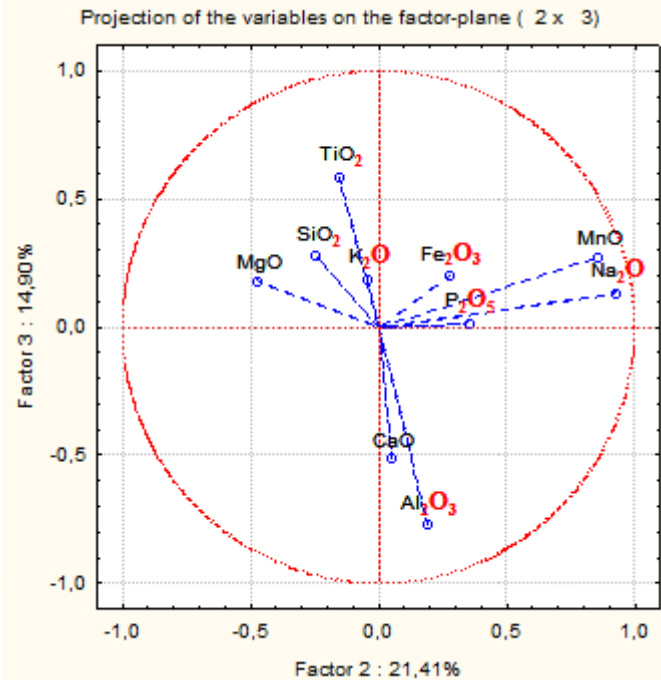


Fig.N°19. Cercle de corrélation F2\*F3

Le même résultat obtenu que l'analyse factorielle. Le facteur (F3) indique la présence des plagioclases.

### 3. Gisements corrélés dans le diagramme CaO-SiO<sub>2</sub>

#### 3.1 Analyse factorielle

	Factor - 1	Factor - 2
SiO <sub>2</sub>	0,773655	-0,124874
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,216371	-0,164750
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,681534	0,353395
MgO	-0,711623	-0,352271
CaO	-0,672183	-0,179954
Na <sub>2</sub> O	0,063292	0,919230
K <sub>2</sub> O	0,750151	0,077155
TiO <sub>2</sub>	-0,334452	-0,022700
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0,199485	0,389562
MnO	-0,050419	0,882151
Expl.Var	2,789012	2,105503
Prp.Totl	0,278901	0,210550

Tab N°14: facteur loading CaO-SiO<sub>2</sub>

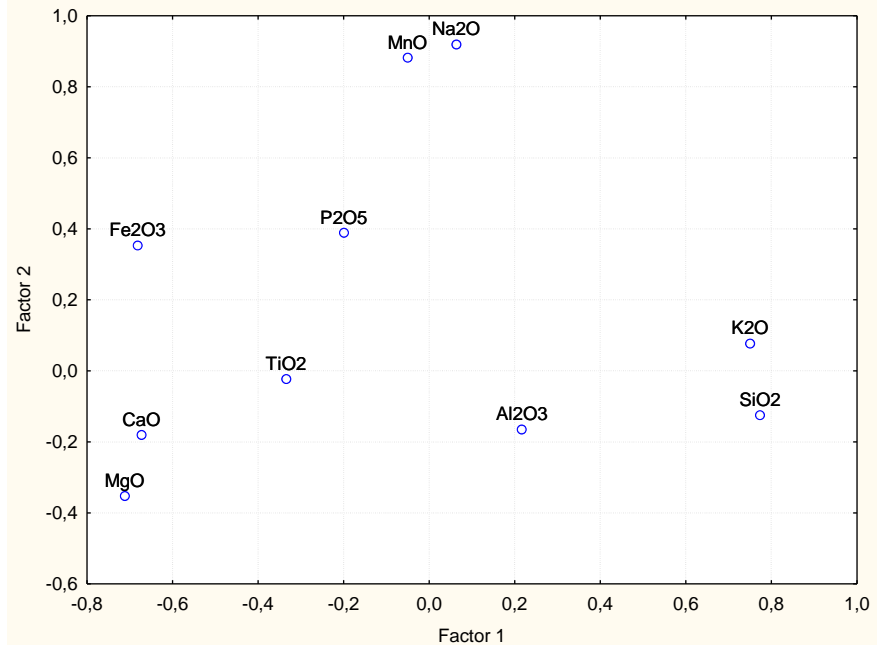


Fig. N°20. Diagramme F1\*F2

Le facteur F1 (SiO<sub>2</sub>- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- MgO- CaO- K<sub>2</sub>O) représente les formations magmatiques (volcaniques). SiO<sub>2</sub> indique la présence de silicates et Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- MgO les minéraux ferromagnésiens. L'opposition de CaO à SiO<sub>2</sub> indique que le plagioclase est intermédiaire. Le facteur F2 (Na<sub>2</sub>O - MnO) indique un fort lessivage et la présence de l'apatite.

Ainsi, les gisements de El Aouana ; Oued Amizour ; Algérois ; Tafna présentent le même type d'associations géochimiques caractéristiques que Kuroko et Abitibi et présentent le même type de minéralisation (polymétallique).

### 3.2 Analyse en composant principale

Nombre des éléments chimique	Eigenvalue	% Total Variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative - %
1	2,789012	27,89012	2,78901	27,8901
2	2,105503	21,05503	4,89451	48,9451
3	1,904352	19,04352	6,79887	67,9887
4	1,062151	10,62151	7,86102	78,6102
5	0,806465	8,06465	8,66748	86,6748
6	0,417047	4,17047	9,08453	90,8453
7	0,37485	3,7485	9,45938	94,5938
8	0,220704	2,20704	9,68008	96,8008
9	0,197658	1,97658	9,87774	98,7774
10	0,122257	1,22257	10	100

Tab N°15. valeurs propres de la matrice de corrélation

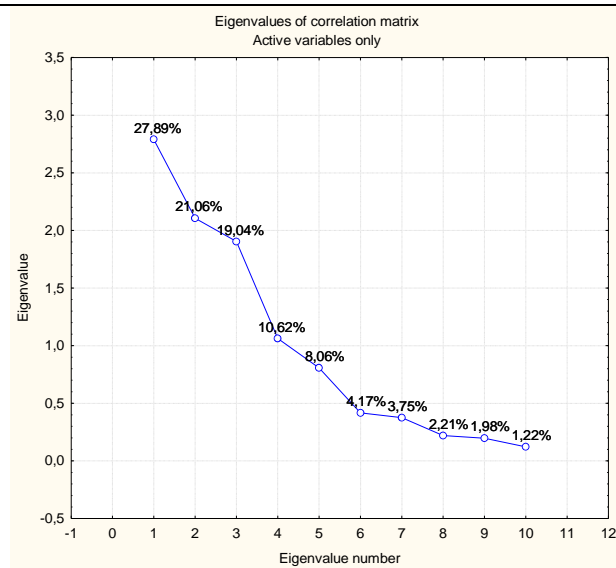


Fig.N°21.Diagramme des valeurs propres de la matrice de corrélation CaO-SiO<sub>2</sub>

L'analyse composant principale de diagramme CaO-SiO<sub>2</sub> permis de dégager trois facteurs qui expliquent 67,98% de variance globale d'après le (Tab N°15) et la (Fig.N°21)

### La projection des variables de trois facteurs

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
SiO <sub>2</sub>	0,773655	-0,124874	-0,309063
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,216371	-0,16475	0,844613
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,681534	0,353395	-0,344835
MgO	-0,711623	-0,352271	-0,4297
CaO	-0,672183	-0,179954	0,612793
Na <sub>2</sub> O	0,063292	0,91923	0,184335
K <sub>2</sub> O	0,750151	0,077155	-0,356704
TiO	-0,334452	-0,0227	-0,443841
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0,199485	0,389562	-0,206604
MnO	-0,050419	0,882151	0,124477

Tab N°16. Facteurs loading des variables

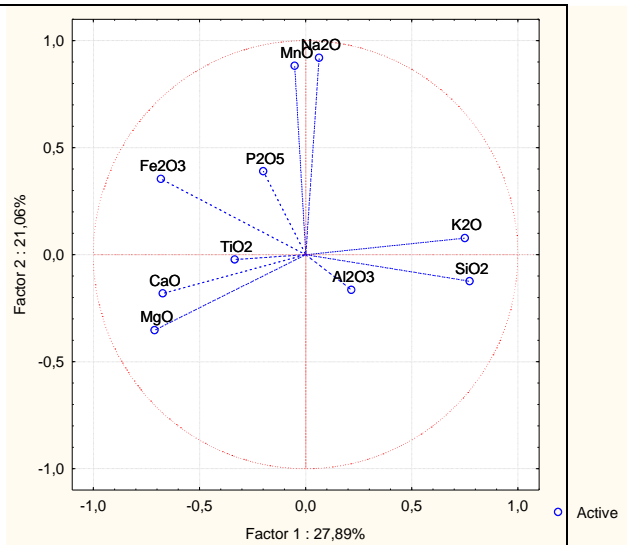


Fig. N°22 : cercle de corrélation F1\*F2

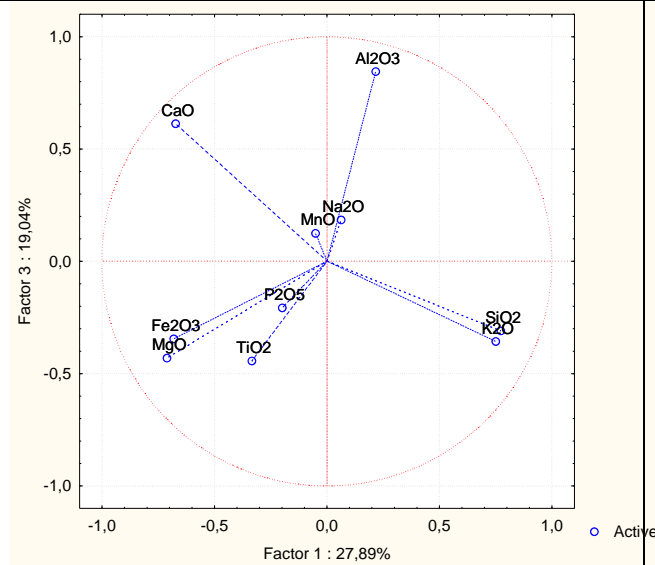


Fig. N°23 : cercle de corrélation F1\*F3

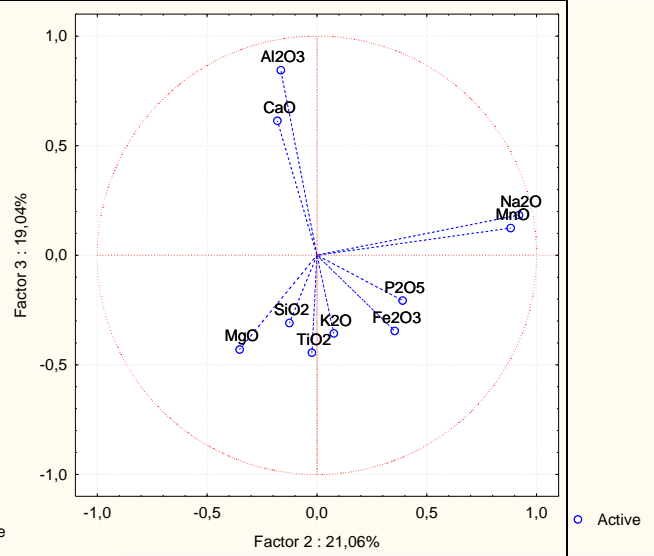


Fig. N°24 : Cercle de corrélation F2\*F3

Le même résultat obtenu par l'analyse factoriel

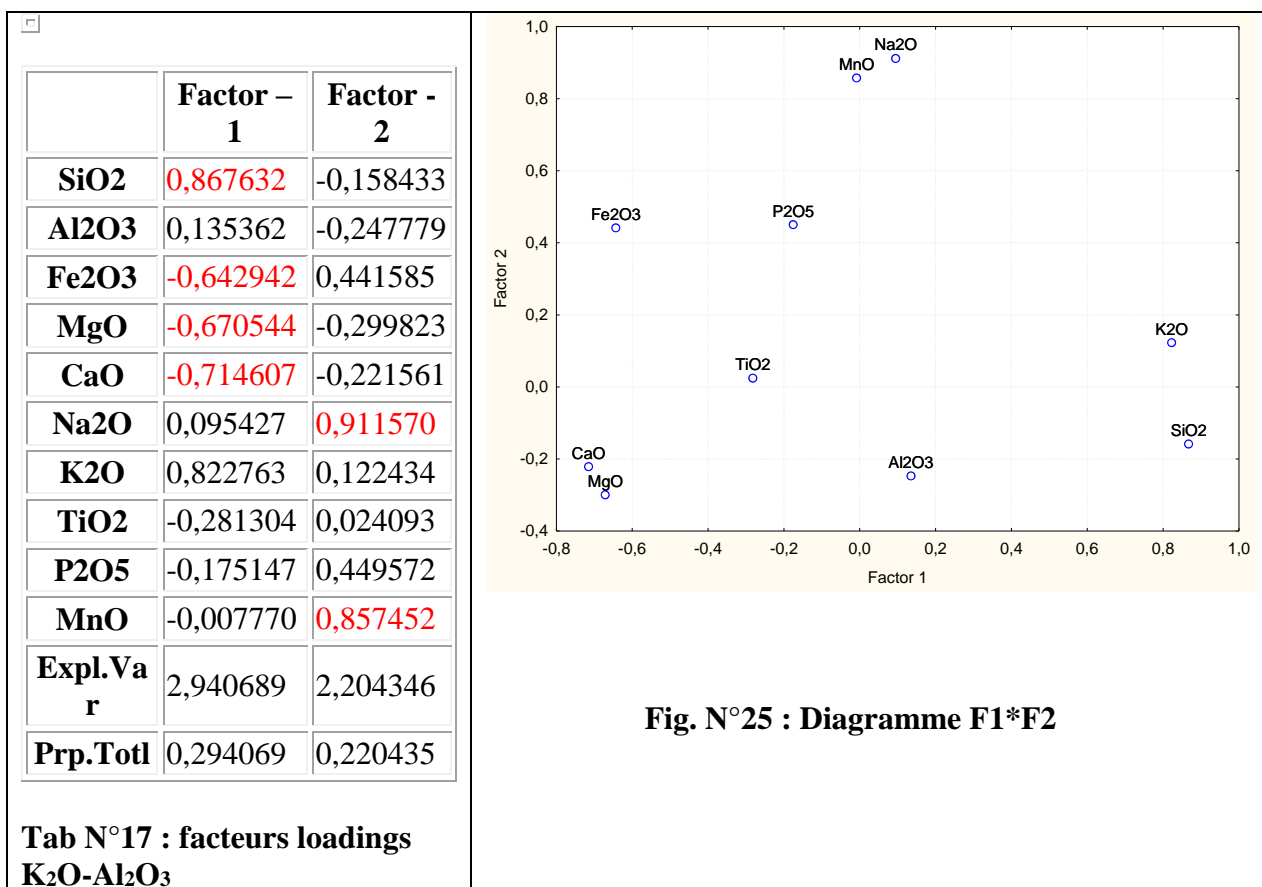


#### 4. Gisements corrélés dans le diagramme K<sub>2</sub>O-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et K<sub>2</sub>O-CaO

##### 4.1 Analyse factorielle

Pour ce diagramme représente un gisement qui regroupe l'ensemble des secteurs qui contient la même composition minéralogique des facteurs qui le composent en a le secteur D'Abitibi ; Kuroko ; El Aouana ; Oued Amizour ; Algérois ; Tafna ; Dorsale médio-océanique ; Point chaud ; Faille transformant ; Zone de Subduction.

En trouve que le secteur de M'sirda ; Tefaraouine et la zone elles sont différents de ce gisement et nous avons vu par la corrélation dans l'AF (**Fig.25**) et l'ACP.



Il apparaît que deux facteurs sont bien identifiés (**TabN°17** et **Fig.N°25**).

Le Facteur1 (F1), (SiO<sub>2</sub>- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- MgO- CaO) traduit la présence de formations magmatiques.

Le Facteur2 (F2), (Na<sub>2</sub>O-MnO) évoque la présence de plagioclase acide.

A regarder le signe positif pour SiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O en opposition à celui de CaO.

Ce résultat donne un certain sens à la présence d'une séquence plus acide qui caractérise les formations magmatiques appartenant à ce groupe.

## 4.2 Analyse en composant principale

Nombre des éléments chimique	Eigenvalue	% Total – variance	Cumulative - Eigenvalue	Cumulative - %
1	2,940689	29,40689	2,94069	29,4069
2	2,204346	22,04346	5,14503	51,4503
3	1,963487	19,63487	7,10852	71,0852
4	1,029129	10,29129	8,13765	81,3765
5	0,813599	8,13599	8,95125	89,5125
6	0,359271	3,59271	9,31052	93,1052
7	0,260107	2,60107	9,57063	95,7063
8	0,172923	1,72923	9,74355	97,4355
9	0,143042	1,43042	9,88659	98,8659
10	0,113406	1,13406	10,00000	100,0000

Tab N°18. Valeurs propres de la matrice de corrélation

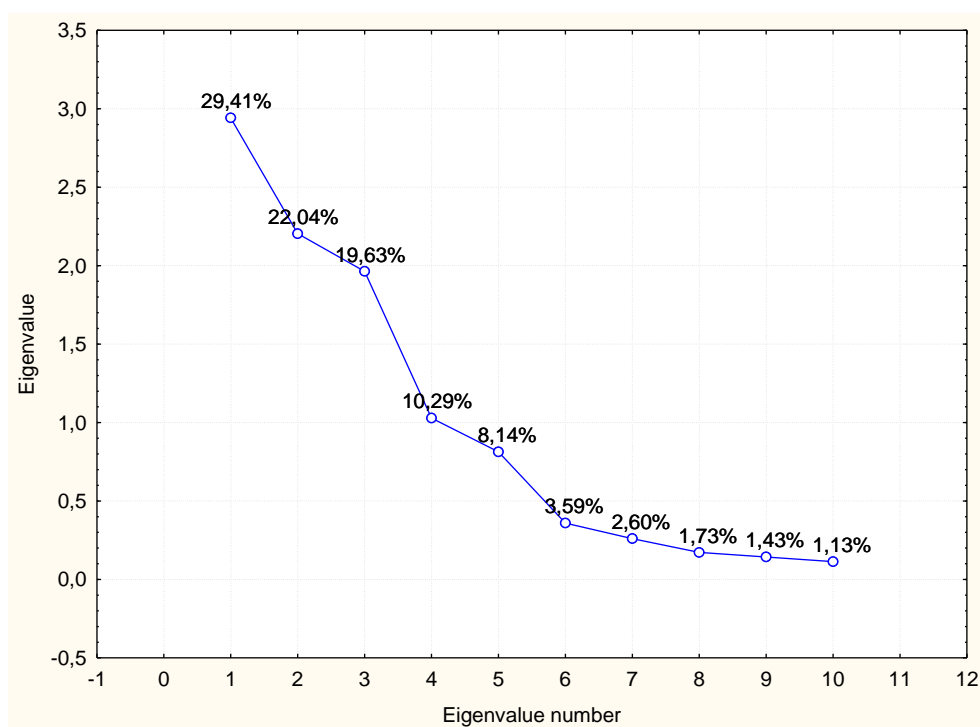


Fig. N°26 : .Diagramme des valeurs propres de la matrice de corrélation

Le tableau (Tab N°17) et la figure (Fig.N°26) permettent d'extraire trois facteurs expliquant plus de 67,98% de la variance.

## La projection des variables de trois facteurs

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
SiO2	0,867632	-0,158433	0,260522
Al2O3	0,135362	-0,247779	-0,849850
Fe2O3	-0,642942	0,441585	0,339344
MgO	-0,670544	-0,299823	0,535386
CaO	-0,714607	-0,221561	-0,588888
Na2O	0,095427	0,911570	-0,243225
K2O	0,822763	0,122434	0,274749
TiO2	-0,281304	0,024093	0,477340
P2O5	-0,175147	0,449572	0,141641
MnO	-0,007770	0,857452	-0,205494

Tab N. °19 : facteurs loadings des variables

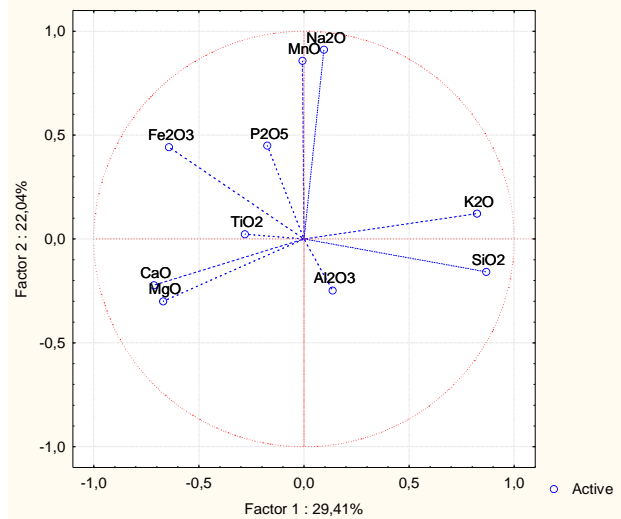


Fig. N°27 : cercle de corrélation F1\*F2

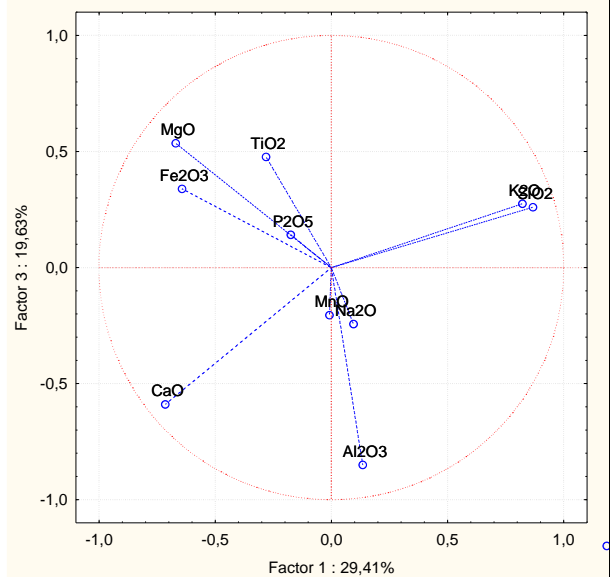


Fig. N°28 : cercle de corrélation F1\*F3

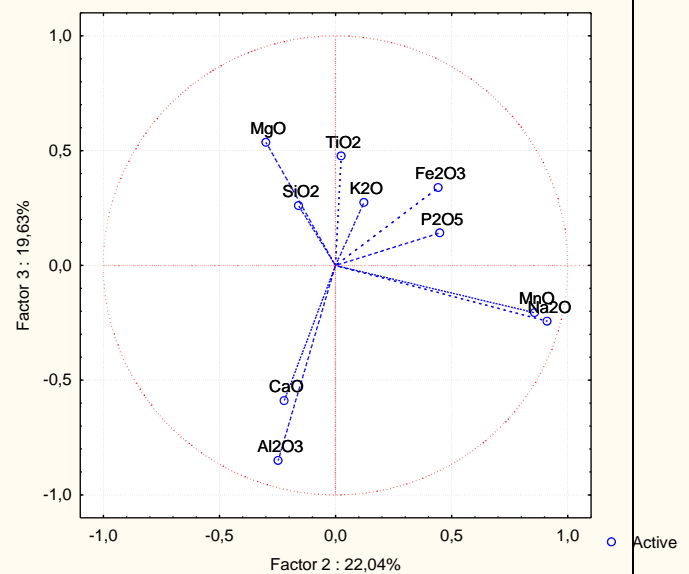


Fig. N°29 : cercle de corrélation F2\*F3

Les mêmes résultats obtenus avec les ACP

Ces 2 diagrammes fusionner les mêmes gisements nous conclusion un traitement multivarié sera commun. Le résultat obtenu pour les gisements corrélés dans le diagramme K<sub>2</sub>O- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sera indiqué à ceux figurant sur le diagramme K<sub>2</sub>O-CaO.

## Conclusion générale

En conclusion l'étude statistique du magmatisme miocène du Nord de l'Algérie a permis les résultats suivants :

Le traitement statistique par analyse discriminante des éléments chimique des secteurs (M'sirda ; Tifarouine ; Tafna ; Algérois ; Al Aouana ; Oued Amizour ; Kuroko ; Abitibi ; Point Chaud ; Zone de Subduction ; Dorsale médio-océanique ; Faille Transformante). Nous permet de discerner six diagrammes discriminants :

Le diagramme  $K_2O-SiO_2$  permet de corréliser Oued Amizour ; El Aouana ; Algérois à Kuroko. Par conséquent, ces minéralisations consistent en une association formée de Cuivre, Plomb, Zinc, Fer, Titane ; Argent et Baryum.

Le diagramme  $Al_2O_3-SiO_2$  regroupe les secteurs Algérois, Tifaraouine, Al Aouana, Tafna, oued Amizour exceptés M'sirda encaissent le même type de minéralisation que Kuroko (Cu, Pb et Zn) et Abitibi (Ag ; Cu ; Zn ; Fe ; Ti).

Le Diagramme  $CaO-Al_2O_3$  rassemblant au diagramme de  $Al_2O_3-SiO_2$  ; donc ils ont les mêmes résultats.

Les diagrammes ( $K_2O-Al_2O_3$ ) et ( $K_2O-CaO$ ) : corrélées les massifs (Abitibi ; Algérois ; Amizour ; Tafna ; El Aouana...) ; par conséquent réunissant de Cuivre de Fer de Plan et de Zinc.

Le diagramme de  $CaO-SiO_2$  : permet de corrélés les secteurs nationaux et mondiaux ; la zone de subduction ; point chaud et dorsale médio-océanique sont des cadres géodynamique ; les autres gisements caractérisé par (Cu ; Pb ; Zn ; Fe ; Ag ; Ni ; Ba...).

À ce point on conclut que les éléments majeurs  $Al_2O_3$  ;  $Fe_2O_3$  ;  $K_2O$  ;  $CaO$  et  $Na_2O$  permettront de nous faire la distinction entre les différents massifs.

Les éléments en traces (Cuivre ; Plan ; Zinc ; Fer...) permettront de faire la discrimination entres les gisements nationaux et mondiaux.

## Références Bibliographique

- AISSA D.E. 1996.** Les minéralisations du massif cristallophyllien de l'Edough-Annaba. Thèse de Doctorat d'Etat, USTHB, Alger, 420 p.
- AIT HAMOU, F. 1987.** Etude pétrologie et géochimique du volcanisme d'âge miocène de la région de Hadjout (Ouest-Algérois). Thèse Magister, USTHB, Alger, 193 p.
- BELANTEUR, O., BELLON. H. MAURY R. C., OUABADI, A., COUTELLE, A., SEMROUD, B., MEGARTSI, M., FOURCADE, S. 1995.** Le magmatisme miocène de l'Est Algérois : géologie, géochimie et géochronologie  $^{40}\text{K}-^{40}\text{Ar}$ , Compte rendu de l'académie des sciences. Paris, Série Ila 321, 489.
- BELON, H. 1976.** Les séries Magmatiques néogènes et quaternaires du pourtour de la Méditerranée occidentale comparés dans leur cadre géochronométrique: Implication géodynamiques. Thèse Doctorat d'Etat, Paris, 367p
- BELON, H. 1976.** Les séries Magmatiques néogènes et quaternaires du pourtour de la Méditerranée occidentale comparés dans leur cadre géochronométrique: Implication géodynamiques. Thèse Doctorat d'Etat, Paris, 367p.
- BENALI, 1994.** Les dômes périphériques du massif volcanique d'El Aouana (Pétrographie, géochimie, minéralogie, pétrogenèse). Thèse Magister, USTHB, Alger, 100 p
- BENALI, H.2007,** les minéralisations associées aux roches magmatiques tertiaires du Nord de l'Algérie (typologie, pétrologie, cadre géographique et implication métallogénique) thèse de doct d'Etat USTHB.p15.16.40.45.
- CHIRON, J-C, 1978,** les gisements « KUROKO »du japon, chronologie de la rocheche Minière N°443, tabl1, 16p.
- KHELLAF, S.2015,** (discrimination géochimique des volcanismes Miocènes du Nord de l'Algérie) Mém. Master Univ.tlmcen, p3, 4, 5,6, 7, fig. 1.
- LOUNI-HACINI A., BELLON. H., MAURY R. C., MEGARTSI, M., COULON, C., SEMROUD, B., COTTEN, J., COUTELLE, A. 1995.** Datation  $^{40}\text{K}-^{40}\text{Ar}$  de la transition du volcanisme calco-alkalin en Oranie au Miocène supérieur, Compte rendu de l'académie des sciences. Paris, Série Ila 975-982.

**MEGARTSI, M. 1985.** Le volcanisme mio-plio-quadernaire de l'Oranie nord occidentale. Thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Alger, Alger, 296 p.

**SAMAMA-BELMOUHOUB, A, 1995,** service d'analyses des roches et minéraux-laboratoire de chimie CNRS, les Echantillons, S07 ; S08, S09, S10, S11, S12, S13.paris.

**Durand-Delga M, (1969),** Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. Publ. Serv. Géol. Algérie, n°39, 89-131.

**Georges- B ; 2006,** Géologie et métallogénie. Thèse de doctorat faculté de science et de génie Univ laval Québec 114, 123, 77p.

**Abbassene - F ; 2016,** Contraintes chronologiques et pétrogéochimiques du magmatisme sur l'évolution pré- et post-collisionnelle de la marge algérienne : Secteur de la Petite Kabylie. Thèse de doctorat, Univ de Bretagne Occidentale 6, 8p.

**Bellon - H, Guardia ; P, J. Magne ; 1984.** Les associations volcaniques du Miocène Supérieur de la région oranaise (Algérie occidentale). Conséquences géodynamiques. Pub. 255, 256, 263p.

**Benali - H., Semroud - B. et Kolli - O. ; 2003.** Caractéristiques des dômes périphériques du Complexe magmatique d'El Aouana (Jijel, Algérie). Bulletin du Service Géologique de L'Algérie, 14, 3-14.

**Louni-Hacini A., Bellon. H., Maury R. C., Megartsi, M.,Coulon, C., Semroud, B., Cotten, J. Coutelle, A. 1995.** Datation  $^{40}\text{K}$ - $^{40}\text{Ar}$  de la transition du volcanisme calco-alcalin en Oranie Au Miocène supérieur, Compte rendu de l'académie des sciences. Paris, Série Iia 975-982.

**Arafa- M., 1997,** Pétrologie du magmatisme néogène du NW de Annaba (NE Algérie). Thèse de Magister, Univ. Annaba, 243p.

**Gentil - L. (1903).** Etude géologique du bassin de la Tafna. Publ.257p.

**Guardia - P. (1975),** Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie nord-occidentale. Thèse Sc. Nice ; 289 p.

**Semroud-B. 1981,** Evolution pétrologique du complexe magmatique néogène de la région de Béjaïa-Amizour Thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Alger, Alger, 263p.

**Semroud-B. 1993,** Caractères pétrologiques des laves miocènes de la région de Béjaïa-Amizour (ALGERIE) Bulletin du Service Géologique de l'Algérie, 4, 55-64.

**Semroud-B., Maury, R. C., Ouabadi, A., Cotten, J., Fourcade, S., Fabriès. J., Gravelle, M.1994,** Géochimie des granitoïdes miocènes de Béjaïa Amizour (Algérie du Nord). Compte rendu de l'académie des sciences. Paris, Série II 319, 95-102.

**ORGM :** Office Nationale de Recherche Géologique et Minière.

## LISTE DES ABREVIATIONS

**ACP** : Analyse en Composant Principale

**AF** : Analyse Factorielle

**Ag** : Argent

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** : Alumine ou Oxyde d'Alumine

**CaO** : Oxyde de Calcium

**CNRS** : centre national de la recherche scientifique.

**Cu**: Cuivre

**F1** : premier facteur

**F2** : deuxième facteur

**Fbt** : Faille Bordière des Traras

**Fe** : Fer

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** : Oxyde de Fer

**K<sub>2</sub>O** : Oxyde de Potassium

**MgO** : Oxyde de Magnésium

**MnO** : Oxyde de Manganèse

**Na<sub>2</sub>O** : Oxyde de Sodium

**Ni** : Nickel

**ORGM** : Office des recherches géologiques et minières.

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** : Pentoxyde de Phosphore

**Pb** : plomb

**SiO<sub>2</sub>** : Silice

**Ti** : Titane

**TiO<sub>2</sub>** : Dioxyde de Titane

**Vms** : Volcanogenic Massive Sulfide deposits

**Zn** : Zinc

## LA LISTE DES TABLEAUX

**Tab 01 :** Teneur moyenne en oxydes par secteur

**Tab 02 :** Le Lambda partiel de Wilk

**Tab 03 :** Test du Chi<sup>2</sup> avec supp. Des Composantes. Successives

**Tab 04 :** Coefficients bruts des variables canoniques

**Tab 05 :** Coefficients centrés-réduits des variables canoniques

**Tab 06 :** Matrice de la structure Factorielle, Corrélations Variables - fonctions discriminantes (Pooled - within-groups correlations).

**Tab 07 :** Moyennes des variables canoniques

**Tab 08 :** Facteur Loadings (Unrotad) SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O

**Tab 09 :** Valeurs propres de la matrice de corrélation SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O

**Tab 10 :** Tableau des facteurs loadings

**Tab 11 :** Facteurs Loadings Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>)

**Tab 12 :** valeurs propre de la matrice de corrélation

**Tab 13 :** Facteurs loadings des variables

**Tab 14 :** Facteur loading CaO-SiO<sub>2</sub>

**Tab 15 :** valeurs propres de la matrice de corrélation

**Tab 16 :** Facteurs loading des variables

**Tab 17 :** facteurs loadings K<sub>2</sub>O-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

**Tab 18 :** Valeurs propres de la matrice de corrélation

**Tab 19 :** facteurs loadings des variables



## LA LISTE DES FIGURES :

**Fig01** : Ceinture volcanique du Nord algérien

**Fig02** : Représentation graphique des teneurs moyennes en éléments chimiques

**Fig03** : Représentation graphique des oxydes en fonction de Lambda Partiel de Wilk

**Fig04** : Les composant des fonctions discriminant

**Fig05**: Diagramme  $K_2O-SiO_2$

**Fig06**: Diagramme  $AL_2O_3-SiO_2$

**Fig07**: Diagramme  $CaO-SiO_2$

**Fig08**: Diagramme  $K_2O-AL_2O_3$

**Fig09**: Diagramme  $K_2O-CaO$

**Fig10**: Diagramme  $SiO_2-K_2O$

**Fig11** : Diagramme des valeurs propres de la matrice de corrélation  $SiO_2-K_2O$

**Fig12** : Cercle de corrélation F1-F2

**Fig13** : Cercle de corrélation F1-F3

**Fig14** : Cercle de corrélation F2-F3

**Fig15** : Diagramme factoriel F1\*F2

**Fig16** : Diagramme des valeurs propres de la matrice de corrélation

**Fig17** : Cercle de corrélation F1\*F2

**Fig18** : Cercle de corrélation F1\*F3

**Fig19** : Cercle de corrélation F2\*F3

**Fig 20** : Diagramme F1\*F2

**Fig 21** : Diagramme des valeurs propres de la matrice de corrélation  $CaO-SiO_2$

**Fig22** : Cercle de corrélation F1\*F2

**Fig23** : Cercle de corrélation F1\*F3

**Fig24** : Cercle de corrélation F2\*F3

**Fig25** : Diagramme F1\*F2

**Fig26** : Diagramme des valeurs propres de la matrice de corrélation

**Fig27** : Cercle de corrélation F1\*F2

**Fig28** : Cercle de corrélation F1\*F3

**Fig29** : Cercle de corrélation F2\*F3

**Fin**